

اسم الطالب: .....

# EINSTEIN

in physics

الترم الثاني

## ملاحظات تساعد في دراسة الفيزياء

- ① مساحة المربع =  $L^2$  محيط المربع =  $4L$
- ② مساحة المستطيل = الطول × العرض محيط المستطيل = 2 (الطول + العرض)
- ③ مساحة وجه المكعب =  $L^2$  مساحة أوجه المكعب =  $6L^2$  حجم المكعب =  $L^3$
- ④ حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع
- ⑤ مساحة الدائرة =  $\pi r^2$  محيط الدائرة =  $2\pi r$  حجم الكرة =  $\frac{4}{3}\pi r^3$
- ⑥ حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع =  $\pi r^2 \times h$

## قاعدة عامة لتحويل الوحدات

- ① للتحويل من الأكبر إلى الأصغر نضرب.
- ② للتحويل من الأصغر إلى الأكبر نقسم.

## تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات العملية

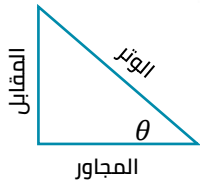
- ① ملي الوحدة ←  $10^{-3} \times$  الوحدة
- ② ميكرو الوحدة ←  $10^{-6} \times$  الوحدة
- ③ نانو الوحدة ←  $10^{-9} \times$  الوحدة
- ④ كيلو الوحدة ←  $10^3 \times$  الوحدة
- ⑤ ميجا الوحدة ←  $10^6 \times$  الوحدة
- ⑥ جيجا الوحدة ←  $10^9 \times$  الوحدة

## تحويل بعض الوحدات

- ① مم ←  $10^{-3} \times$  م
- ② سم ←  $10^{-2} \times$  م
- ③ جم ←  $10^{-3} \times$  كجم
- ④ مم ←  $10^{-6} \times$  م
- ⑤ سم ←  $10^{-4} \times$  م
- ⑥ اللتر ←  $10^{-3} \times$  م<sup>3</sup>
- ⑦ مم ←  $10^{-9} \times$  م
- ⑧ سم ←  $10^{-6} \times$  م
- ⑨ الأنجستروم ←  $10^{-10} \times$  م

## العلاقات المثلثية

في المثلث القائم الزاوية يمكن تعيين النسبة المثلثية للزاوية  $\theta$  من



$$\tan \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

$$\sin \theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

## الوحدة الثانية

الدرس الأول : الكثافة

الدرس الثاني: الضغط

الدرس الثالث: الضغط عند نقطه في باطن سائل

الدرس الرابع:الأواني المستطرقة - الانبوبة ذات الشعبتين

الدرس الخامس: البارومتر الزئبقي - المانومتر

الدرس السادس: قاعدة باسكال

اختبار على الفصل الثالث

اينشتاين في الفيزياء

2023

الترم الثاني

## خواص الموائع الساكنة

## حالات المادة

يمكن أن تتواجد المادة في ثلاث حالات الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية والتي يمكن المقارنة بينها من خلال الجدول التالي:

المواد الصلبة	المواد السائلة	المواد الغازية
مثل الزجاج والخشب	مثل الماء والزيت	مثل الهواء
المسافات البينية بين جزيئاتها صغيرة جدًا	المسافات البينية بين جزيئاتها متوسطة	المسافات البينية بين جزيئاتها كبيرة نسبيًا
تتخذ شكلًا ثابتًا	لا تتخذ شكلًا ثابتًا بل تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه	تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه
لا تسمى موائع	تسمى موائع	تسمى موائع
		

♦ مما سبق يمكن استنتاج مفهوم الموائع كالتالي:

- (1) هي المواد التي تتميز بقدرتها على الانسياب.
- (2) هي أي مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلًا ثابتًا بل تتخذ شكل الإناء الحاوي لها.

♦ هناك نوعان من الموائع هما:

## (2) الموائع الغازية

- قابلة للانضغاط بسهولة
- تشغل أي حيز توجد فيه وتتخذ شكله (ليس لها حجم معين)

## (1) الموائع السائلة

- حركتها انسيابية وغير قابلة للانضغاط
- لها حجم معين

♦ بعض الخصائص الفيزيائية للموائع:

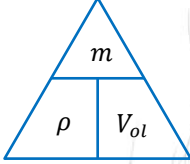
- (1) الكثافة.
- (2) الضغط.

## الكثافة

يوصف الذهب بأنه من الفلزات الثقيلة بينما يوصف الألومنيوم بأنه من الفلزات الخفيفة ويرجع هذا إلى أن الذهب أكبر كثافة من الألومنيوم، والكثافة خاصية أساسية لأي مادة.

◆ التعريف: هي كتلة وحدة الحجم من المادة.

◆ العلاقة الرياضية: إذا كانت ( $m$ ) كتلة مادة ما، ( $V_{ol}$ ) حجم المادة فإن:

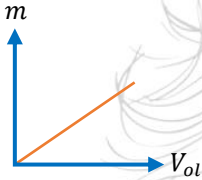


$$\rho = \frac{m}{V_{ol}}$$

$$\frac{\text{كتلة}}{\text{الحجم}} = \text{الكثافة}$$

## العلاقة البيانية

الشكل المقابل يمثل العلاقة بين كتلة حجم معين من مادة وقيمة هذا الحجم.



$$\rho = \frac{m}{V_{ol}} = \frac{\text{رأسي}}{\text{أفقي}} = \text{الميل}$$

(الكثافة المطلقة للمادة)

## وحدة القياس

- في النظام الدولي تكون الكتلة مقطرة بالكيلوجرام، والحجم مقدرًا بالمتر المكعب لذا فإن الكثافة تقدر بوحدة كجم/م<sup>3</sup> ( $kg/m^3$ ).
- يمكن قياس الكثافة بوحدة: ( $gm/cm^3$ ), ( $gm/litre$ ).

## العوامل التي تتوقف عليها

يرجع التغير في الكثافة من عنصر إلى آخر لاختلاف:

- (1) الوزن الذري للعنصر أو الوزن الجزيئي للمركب (علاقة طردية).
- (2) المسافات البينية بين الذرات أو الجزيئات (علاقة عكسية).

## لاحظ

- لا تتغير كثافة المادة بتغير كتلة المادة أو حجمها فهي ثابتة للمادة الواحدة.
- تتغير كثافة المادة بتغير نوع المادة أو درجة الحرارة.
- تتغير كثافة المادة بتغير درجة الحرارة لأنه عند تغير درجة الحرارة تتغير المسافات البينية بين جزيئات المادة وبالتالي يتغير الحجم فتتغير كثافة المادة لثبوت الكتلة.



## الكثافة النسبية لمادة (الوزن النوعي)

تعريفها:

(1) هي النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة.

(2) هي النسبة بين كتلة حجم معين من المادة إلى كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة.

قانونها:

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\text{كثافة المادة في درجة حرارة معينة}}{\text{كثافة الماء في نفس درجة الحرارة}}$$

$$= \frac{m_s}{m_w} = \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة في درجة حرارة معينة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة}}$$

$$= \frac{(F_g)_s}{(F_g)_w} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء في درجة حرارة معينة}}{\text{وزن حجم من الماء مساوياً لحجم الجسم في نفس درجة الحرارة}}$$

لاحظ

- الكثافة النسبية ليس لها وحدات قياس لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع (لهما نفس الوحدات).
- قد تتساوى كثافة المادة مع كثافتها النسبية يحدث ذلك عندما تكون وحدة قياس الكثافة  $g/cm^3$ .

## إرشادات حل المسائل

(1) كثافة المادة = الكثافة النسبية لها  $\times 1000$ (2) لتحويل الكثافة من وحدة  $g/cm^3$  إلى وحدة  $kg/m^3$  اضرب في 1000.كثافة المادة ( $g/cm^3$ ) = الكثافة النسبية  $\times 1$  (كثافة الماء بوحدة  $g/cm^3$ ).كثافة المادة ( $kg/m^3$ ) = الكثافة النسبية  $\times 1000$  (كثافة الماء بوحدة  $kg/m^3$ ).(3) وزن أي جسم مصمت (متجانس) يحسب من العلاقة:  $F_g = mg$ ، أو من العلاقة  $F_g = \rho V g$ .(4) كثافة مادة الجسم الأجوف (بداخله فراغ) تحسب من العلاقة:  $\rho = \frac{m}{V - V_{space}}$ (5) وزن الجسم الأجوف يحسب من العلاقة:  $F_g = mg$  أو من العلاقة:  $F_g = \rho(V - V_{space}) g$ 

(6) في حالة خلط أو مز مادتين مختلفين ولم يحدث تفاعل أو تداخل بين جزيئات المادتين فإن:

$$V_{\text{المخلوط}} = V_1 + V_2 \quad \text{حجم المادة الأولى} + \text{حجم المادة الثانية}$$

$$M_{\text{المخلوط}} = m_1 + m_2 \quad \text{كتلة المادة الأولى} + \text{كتلة المادة الثانية}$$

وبالتالي فإنه:

(أ) عندما يراد حساب الكتلة نبدأ بالحجوم حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة في المسألة كالتالي:

$$V = v_1 + v_2$$

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

(ب) عندما يراد حساب الحجوم نبدأ بالكتل حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة في المسألة كالتالي:

$$M = m_1 + m_2$$

$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$

(7) في حالة خلط أو مزج مادتين مختلفتين وتغيّر حجمهما بعد الخلط نتيجة الذوبان فإن:

(أ) حجم المخلوط بعد الخلط أقل من مجموع حجمها قبل الخلط (والتغيّر في الحجم  $\Delta V$  هو الفرق بينهما).

$$V < V_1 + V_2$$

(ب) نسبة الانكماش  $100 \times \frac{\Delta V}{V_1 + V_2}$

$$M = m_1 + m_2 \text{ (ج)}$$

(8) إذا لم يذكر لفظ الكثافة النسبية تعتبر الكثافة مطلقة.

(9) للتحويل من (التر) إلى (م³) نضرب في  $10^{-3}$

### مسائل محلولة

(1) مكعب من الصلب كتلته  $200 \text{ g}$  احسب حجم المكعب علمًا بأن الكثافة النسبية للصلب 8 وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$

#### الحل

$$\text{الكثافة} = \text{الكثافة النسبية} \times \text{كثافة الماء} \quad \rho_{\text{الصلب}} = 8 \times 1000 = 8000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{200 \times 10^{-3}}{8000} = 0.25 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

\*\*\*\*\*

(2) وعاء معدني كتلته وهو فارغ  $3 \text{ kg}$  وكتلته وهو ممتلئ بالماء  $53 \text{ kg}$  وكتلته وهو ممتلئ بالجلسرين  $66 \text{ kg}$  احسب الكثافة النسبية للجلسرين.

#### الحل

$$\text{الكثافة النسبية للجلسرين} = \frac{\text{كتلة حجم معين من الجلسرين}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}}$$

$$1.26 = \frac{66-3}{53-3} = \frac{63}{50}$$

\*\*\*\*\*

(3) إذا كان الوزن النوعي للجازولين  $0.68$  فكم تكون كتلة اللتر منه؟ وكم يكون وزنه؟ علمًا بأن عجلة السقوط الحر (عجلة الجاذبية)  $9.8 \text{ m/s}^2$  وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$

#### الحل

$$\rho_{\text{الجازولين}} = 0.68 \times 1000 = 680 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 680 \times 10^{-3} = 0.68 \text{ kg}$$

$$F_g = mg = 0.68 \times 9.8 = 6.664 \text{ N}$$

(4) كرة مجوفة وزنها 2 نيوتن وحجمها  $2 \times 10^{-4} m^3$  مصنوعة من معدن كثافته مادته  $2707 kg/m^3$ ، احسب حجم الفراغ بها علماً بأن عجلة الجاذبية  $10 \times 8 m/s^2$

الحل

$$F_g = \rho(V - V_{space})g$$

$$2 = 2707 (2 \times 10^{-4} - V_{space}) \times 10$$

$$\frac{2}{2707 \times 10} = 2 \times 10^{-4} - V_{space}$$

$$V_{space} = 2 \times 10^{-4} - \frac{2}{2707 \times 10} = 0.000126 m^3$$

\*\*\*\*\*

(5) قطعة من الذهب والكوارتز كتلتها 0.5 وكثافتها النسبية 6.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للذهب والكوارتز 19.3، 2.6 على الترتيب فاحسب كتلة الذهب في هذه القطعة علماً بأن كثافة الماء  $10^3 kg/m^3$ .

الحل

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$\frac{0.5}{6.4 \times 10^3} = \frac{m_1}{19.3 \times 10^3} + \frac{M - m_1}{2.6 \times 10^3}$$

بضرب طرفي المعادلة في  $10^3$  فإن:

$$\frac{0.5}{6.4} = \frac{m_1}{19.3} + \frac{0.5 - m_1}{2.6} = \frac{2.6 m_1}{50.18} + \frac{19.3 (0.5 - m_1)}{50.18}$$

$$= \frac{2.6 m_1 + 19.3 \times 0.5 - 19.3 m_1}{50.18} = \frac{9.65 - 16.7 m_1}{50.18}$$

$$6.4(9.65 - 16.7 m_1) = 0.5 \times 50.18$$

$$61.76 - 106.88 m_1 = 25.09$$

$$106.88 m_1 = 61.76 - 25.09 = 36.67$$

$$m_1 = 36.67 \div 106.88 = 0.343 kg$$

\*\*\*\*\*

(6) دوزق سعته لتر واحد ملئ بسائلين الكثافة النسبية لهما معاً هي 1.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للسائل الأول 0.8 وللسائل الثاني 1.8 فما حجم السائل الأول في هذا المخلوط علماً بأن السائلين لا يمتزجان (أي لا يتفاعلا) عند الخلط وكثافة الماء  $10^3 kg/m^3$ .

الحل

$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$

$$1.4 \times 10^3 \times 10^{-3} = 0.8 \times 10^3 \times v_1 + 1.8 \times 10^3 \times (10^{-3} - v_1)$$

بالقسمة على  $10^3$  فإن:

$$1.4 \times 10^{-3} = 0.8 v_1 + 1.8 (10^{-3} - v_1)$$

$$= 0.8 v_1 + 1.8 \times 10^{-3} - 1.8 v_1$$

$$= 1.8 \times 10^{-3} - v_1$$

$$v_1 = 1.8 \times 10^{-3} - 1.4 \times 10^{-3} = 0.4 \times 10^{-3} m^3$$



## تطبيقات على الكثافة


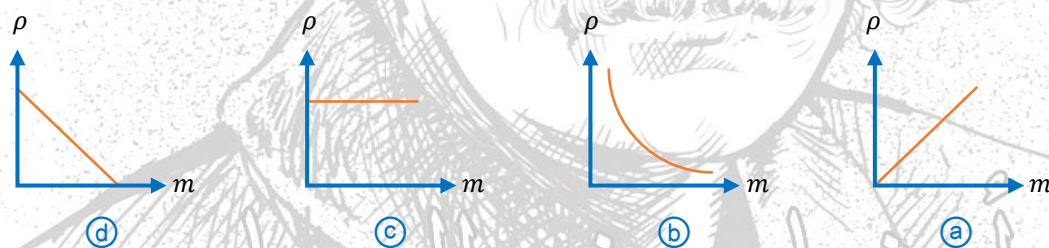
(1) قياس كثاف المحلول الإلكتروليتي في بطارية السيارة.

(2) في العلوم الطبية لقياس:

- كثافة الدم.
- كثافة البول.

التطبيق	التفسير
قياس كثافة المحلول الإلكتروليتي في بطارية السيارة	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ يمكن بقياس الكثافة الاستدلال على مدى شحن البطارية حيث:</li> <li>▪ عند تفريغ الشحنة الكهربائية من بطارية السيارة تقل كثافة المحلول الإلكتروليتي (حمض الكبريتيك المخفف) نتيجة استهلاكه في تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات الرصاص.</li> <li>▪ عند إعادة شحن البطارية تحرر أيونات الكبريتات من ألواح الرصاص وتعود للمحلول مرة أخرى فتزداد كثافة المحلول الإلكتروليتي وتعود لقيمتها الأصلية.</li> </ul>
قياس كثافة الدم	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ كثافة الدم في الحالة الطبيعية تتراوح بين <math>1040 \text{ kg/m}^3</math> إلى <math>1060 \text{ kg/m}^3</math></li> <li>▪ إذا زادت كثافة الدم عن <math>1060 \text{ kg/m}^3</math> دل على زيادة تركيز كرات الدم الحمراء ويشير ذلك إلى مرض النقرص</li> <li>▪ إذا قلت كثافة الدم عن <math>1040 \text{ kg/m}^3</math> دل على نقص تركيز كرات الدم الحمراء ويشير ذلك إلى مرض فقر الدم (الأنيميا).</li> </ul>
قياس كثافة البول	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ الكثافة المعتادة للبول هي <math>1020 \text{ kg/m}^3</math></li> <li>▪ إذا زادت كثافة البول دل ذلك على زيادة نسبة الأملاح في البول نتيجة لبعض الأمراض</li> <li>▪ إذا قلت كثافة البول دل ذلك على نق نسبة الأملاح في البول نتيجة لبعض الأمراض.</li> </ul>

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

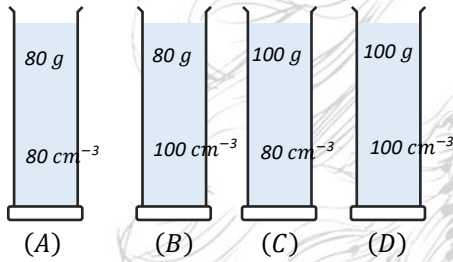
1. من وحدات قياس الكثافة .....  
 (a)  $N.m^{-3}$  (b)  $g.mm^{-1}$  (c)  $kg.cm^{-2}$  (d)  $g.cm^{-3}$
2. إذا اعتبرنا أن الحيز الذي تشغله ذرة واحدة من الذهب هو مكعب طول ضلعه  $2.6 \times 10^{-8} cm$ , فما كتلة ذرة الذهب إذا علمت أن كثافة الذهب  $19300 kg/m^3$ ؟  
 (a)  $3.4 \times 10^{-28} kg$  (b)  $3.4 \times 10^{-25} kg$  (c)  $1.3 \times 10^{-20} kg$  (d)  $1.3 \times 10^{-17} kg$
3. نسبة كثافة المحلول الإلكتروليتي في بطارية السيارة بعد تفريغ الشحنة الكهربائية من البطارية إلى كثافته بعد إعادة شحن البطارية .....  
 (a) أكبر من 1 (b) تساوي 1 (c) أقل من 1 (d) لا يمكن تحديد الإجابة
4. شريحة معدنية مربعة الشكل كثافة مادتها  $7000 kg/m^3$  تم قطع ربع الشريحة كما هو موضح بالشكل، فتكون نسبة كثافة مادة الجزء المقطوع من الشريحة إلى كثافة مادة الشريحة كلها هي ....  

 (a)  $\frac{1}{4}$  (b)  $\frac{4}{1}$  (c)  $\frac{1}{3}$  (d)  $\frac{1}{1}$
5. الرسم البياني الذي يمثل العلاقة بين كتلة قطع مصمتة الحديد وكثافة الحديد عند ثبوت درجة الحرارة هو  

6. كرتان معدنيتان الأولى نصف قطرها  $r$  وكثافة مادتها  $\rho$  والثانية نصف قطرها  $2r$  وكثافة مادتها  $2\rho$  فإن النسبة بين كتلة الكرتين هي ....  
 (a)  $\frac{1}{4}$  (b)  $\frac{1}{2}$  (c)  $\frac{1}{8}$  (d)  $\frac{1}{16}$

7. الجدول التالي يوضح كثافة بعض المواد المختلفة عند نفس درجة الحرارة:

المادة	زئبق	نحاس	حديد	ماء	كيروسين
الكثافة ( $g/cm^3$ )	13.6	8.9	7.9	1	0.87

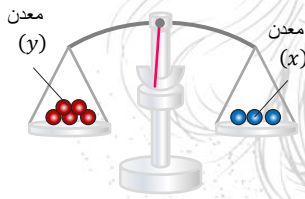
أي من العبارات التالية صحيح؟

- (a) حجم  $1\text{ g}$  من الزئبق أكبر من حجم  $1\text{ g}$  من النحاس  
 (b) حجم  $1\text{ g}$  من الحديد أقل من  $1\text{ g}$  من النحاس  
 (c) كتلة  $1\text{ cm}^3$  من الزئبق أكبر من كتلة  $1\text{ cm}^3$  من أي مادة أخرى في الجدول  
 (d) كتلة  $1\text{ cm}^3$  من الماء أقل من كتلة  $1\text{ cm}^3$  من أي مادة أخرى في الجدول



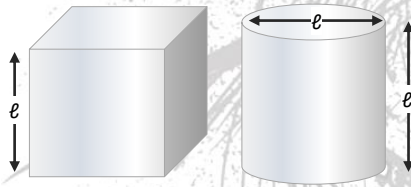
8. الشكل المقابل يوضح أربعة مخابير بكل منها سائل ومسجل على كل إناء كتلة وحجم هذا السائل، فإذا كانت جميع المخابير موجودة في غرفة درجة حرارتها  $25^\circ\text{C}$ ، فإن المخابير اللذين يحتويان على نفس السائل هما .....

- (a) A, D  
 (b) B, C  
 (c) A, C  
 (d) D, B



9. في الشكل المقابل عند تساوي كتلة مجموعتين من الكرات إحداهما مصنوعة من معدن  $x$  والأخرى مصنوعة من معدن  $y$ ، فإذا كانت جميع الكرات مصمتة ولها نفس الحجم وعددها كما هو موضح بالشكل، فإن

- النسبة بين كثافة المعدنين هي .....
- (a)  $\frac{3}{5}$   
 (b)  $\frac{5}{3}$   
 (c)  $\frac{1}{1}$   
 (d)  $\frac{3}{8}$



10. الشكل المقابل يوضح أسطوانة ومكعب من الحديد كلاهما مصمت، فتكون نسبة كتلة المكعب إلى كتلة الأسطوانة .....

- (a)  $\frac{1}{\pi}$   
 (b)  $\frac{2}{\pi}$   
 (c)  $\frac{4}{\pi}$   
 (d)  $\frac{1}{1}$

11. سبيكة معدنية كتلتها  $750\text{ g}$  إذا كان 60% من كتلتها من الماغنسيوم الذي كثافته  $1.7\text{ g/cm}^3$  والباقي من النحاس الذي كثافته  $9\text{ g/cm}^3$ ، فإن كثافة مادة السبيكة تساوي  $\text{g/cm}^3$  .....

- (a) 2.5  
 (b) 4.6  
 (c) 5.4  
 (d) 10.7

12. مخبر مدرج يحتوي على  $40\text{ cm}^3$  من الجليسرين الذي كثافته  $1.3\text{ g/cm}^3$  أضيف إليه كمية من ماء كثافته  $1\text{ g/cm}^3$  فكانت كثافة الخليط  $1.1\text{ g/cm}^3$ ، علماً بأن عملية الخلط لا تحدث تغير في الحجم الكلي للسائلين فإن حجم الماء المضاف يساوي  $\text{cm}^3$  ....

- (a) 40  
 (b) 44  
 (c) 52  
 (d) 80



13. القيمة العددية للكثافة بوحدة  $kg/m^3$  ..... القيمة العددية للكثافة لنفس المادة بوحدة  $g/lit$

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

14. كثافة الخليط ..... مجموع كثافة المواد عددًا.

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

15. الجدول التالي يوضح كثافة بعض السوائل المختلفة، بفرض عدم امتزاجهم بعضهم البعض:

المادة	الزئبق	الماء	الكحول	البنزين	الدم
الكثافة ( $kg/m^3$ )	13600	1000	790	900	1040

عند وضع المواد جميعها في إناء واحد فإن ترتيبهم من أسفل إلى أعلى .....

- (a) الزئبق / الماء / الدم / الكحول / البنزين (b) الزئبق / الدم / الماء / البنزين / الكحول  
(c) الزئبق / الماء / الكحول / البنزين / الدم (d) الزئبق / البنزين / الدم / الماء / الكحول

أي العبارات الآتية صحيحة؟

- (a) حجم 1 كجم من الزئبق أكبر من حجم 1 كجم من الماء  
(b) حجم 1 كجم من البنزين أكبر من حجم 1 كجم من الكحول  
(c) حجم 1 كجم من الزئبق أقل من حجم 1 كجم من البنزين  
(d) حجم 1 كجم من الدم أقل من حجم 1 كجم من الزئبق

16. إذا وضعنا شفيرة طلاقة كثافتها  $7830 kg/m^3$  في الكأس فإنها تستقر في السطح الفاصل بين السائلين .....

- (a) الزئبق والدم (b) الدم والكحول (c) الماء والبنزين (d) الكحول والماء

17. تتساوى كتلة الجسم عددًا مع كثافة مادته إذا كان .....

- (a) كثافته  $1 kg/m^3$  (b) كتلته  $1 kg$  (c) حجمه  $1 m^3$  (d) جميع ما سبق

18. إذا زادت كثافة البول دل ذلك على ..... إفراز الأملاح.

- (a) زيادة (b) نقص (c) اتزان (d) توقف

19. الاستدلال على مدى شحن البطارية في السيارة من تطبيقات .....

- (a) الضغط (b) اللزوجة (c) الكثافة (d) الحرارة

20. عندما تفرغ الشحنة الكهربائية من بطارية السيارة فإن كثافة المحلول الإلكتروليتي بها .....

- (a) تقل (b) تزداد (c) تظل ثابتة (d) لا توجد إجابة صحيحة



21. تتعين الكثافة النسبية من العلاقة .....

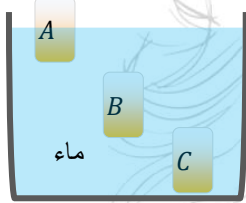
- (a) كتلة حجم معين من المادة ÷ كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة  
 (b) كثافة المادة × كثافة الماء في نفس درجة الحرارة  
 (c) كتلة حجم معين من المادة × كتلة نفس الحجم من الماء  
 (d) كتلة المادة ÷ حجم المادة

22. كثافة الزيت عند درجة حرارة 30°C ..... كثافة الزيت عند درجة حرارة 20°C.

- (a) أقل (b) أكبر (c) تساوي (d) لا توجد علاقة بينهم

23. تتساوى الكثافة النسبية مع كثافة المادة عددًا عندما تقاس الكثافة بوحدة .....

- (a)  $kg/m^3$  (b)  $\frac{g}{cm^3}$  (c)  $g/Lit$  (d)  $kg/cm^3$



24. في الشكل المقابل ثلاث أجسام صلبة (A, B, C) في حوض به ماء:

(1) أي الأجسام أقل كثافة من كثافة الماء .....

- (a) A (b) B (c) C (d) جميعهم متساوية

(2) الكثافة النسبية للجسم (A) تقريبًا ..... الواحد الصحيح.

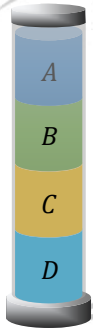
- (a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

(3) الكثافة النسبية للجسم (B) تقريبًا ..... الواحد الصحيح.

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

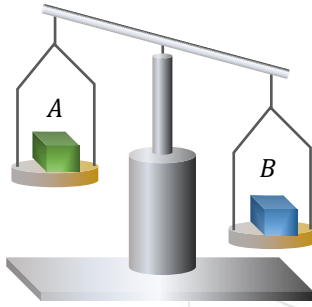
(4) الكثافة النسبية للجسم (C) تقريبًا ..... الواحد الصحيح.

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة



25. تم وضع 4 سوائل مختلفة في مخبر مدرج كما بالشكل المقابل فإذا كانت أحجامهم متساوية فأياً منهم تكون كتلته هي الأكبر .....

- (a) A (b) B (c) C (d) D



26. وضع جسمان  $A, B$  متساويين في الحجم على ميزان ذو كفتين كما

هو موضح بالشكل المقابل، نستنتج أن .....

(a) الجسمين لهما نفس الكثافة

(b) الجسمين لهما نفس المادة

(c) كثافة الجسم  $A$  أكبر من كثافة الجسم  $B$

(d) كثافة الجسم  $B$  أكبر من كثافة الجسم  $A$

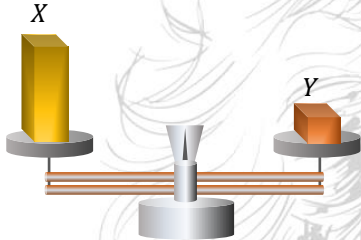
27. يغوص الحجر في الماء لأن كثافته ..... كثافة الماء.

(a) أقل من

(b) أكبر من

(c) تساوي

(d) لا توجد إجابة  
صحيحة



28. وضع جسمين  $X, Y$  على كفتي ميزان بسيط كما بالشكل

المقابل وبالتالي الجسمين لهما نفس .....

(a) الكتلة والحجم

(b) الكتلة والكثافة

(c) الحجم والكثافة

(d) الكتلة ومن مداتين مختلفتين

29. المريض الذي كثافة بوله ..... يحتمل إصابته بزيادة نسبة الأملاح.

(a) 1000

(b) 1010

(c) 1020

(d) 1040

30. عندما يكون المريض كثافة الدم عنده  $1000 \text{ kg/m}^3$  تقريبًا فيحتمل إصابته بمرض .....

(a) الأنيميا

(b) النقرس

(c) الروماتزم

(d) الانفلونزا

31. الاستدلال على مدى شحن البطارية في السيارة من تطبيقات .....

(a) الضغط

(b) اللزوجة

(c) الكثافة

32. عندما تفرغ الشحنة الكهربائية من بطارية السيارة فإن كثافة المحلول الإلكتروليتي بها .....

(a) تقل

(b) تزداد

(c) تظل ثابتة

33. إذا زادت كثافة البول دل ذلك على ..... في إفراز الأملاح.

(a) زيادة

(b) نقص

(c) اتزان

34. دائمًا القيمة العددية للكثافة المطلقة لمادة بوحدة  $\text{g/cm}^3$  كثافتها النسبية.

(a) أكبر من

(b) أصغر من

(c) تساوي

35. متوازي مستطيلات من الشمع كثافته  $1800 \text{ kg/m}^3$ ، أعيد تشكيله بحيث زاد طوله للضعف فإن

كثافته تصبح  $\text{kg/m}^3$  .....

(a) 900

(b) 1800

(c) 2700

(d) 3600

36. عندما تزداد كتلة سائل في نفس درجة الحرارة فإن كثافته .....  
 (a) تزداد (b) تقل (c) لا تتغير
37. كثافة الماء تتوقف على .....  
 (a) درجة الحرارة فقط (b) كتلة الماء فقط (c) حجم الماء فقط (d) لا توجد إجابة صحيحة
38. كثافة قطرة الماء ..... كثافة برميل ممتلئ بالماء.  
 (a) أكبر من (b) أصغر من (c) تساوي
39. يختلف حجم المائع عن الآخر لنفس الكتلة وذلك لاختلاف .....  
 (a) العدد الذري (b) المسافات البينية (c) لسبب آخر
40. أثناء تفريغ البطارية ..... تكوين كبريتات الرصاص.  
 (a) يزداد (b) يقل (c) لا يتغير
41. يتساوى كيلو جرام من القطن مع كيلوجرام من الحديد في .....  
 (a) الكتلة (b) الحجم (c) الكثافة (d) (a), (b), (c) معاً
42. يتساوى مكعب من الخشب طول ضلعه  $2\text{ cm}$  مع مكعب آخر من الخشب طول ضلعه  $3\text{ cm}$  في ...  
 (a) الكتلة (b) الحجم (c) الكثافة (d) (a), (b), (c) معاً
43. قد يتساوى مكعب من الخشب طول ضلعه  $3\text{ cm}$  مع آخر من الحديد طول ضلعه  $2\text{ cm}$  في .....  
 (a) الكتلة (b) الحجم (c) الكثافة (d) (a), (b), (c) معاً
44. أي العبارات التالية صحيحة .....  
 (a)  $1000\text{ جم/سم}^3 = 1000\text{ كجم/م}^3$   
 (b)  $1\text{ كجم/م}^3 = 1000\text{ جم/سم}^3$   
 (c) لا يوجد علاقة بين  $\text{كجم/م}^3$  و  $\text{جم/سم}^3$
45. النسبة بين وزن مادة إلى وزن نفس الحجم من الماء يُسمى .....  
 (a) كثافة المادة (b) الكثافة النسبية للمادة (c) الضغط
46. النسبة بين حجم مكعب من الحديد إلى حجم مكعب من الخشب لهما نفس الكتلة ..... الواحد الصحيح.  
 (a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة
47. إذا خلطت كمية من الزيت حجمها  $v$  في إناء مع كمية من الزيت حجمها  $2v$  في نفس درجة الحرارة فإن كثافة الزيت .....  
 (a) تقل للنصف (b) تزداد للضعف (c) ثابتة (d) تقل للربع



48. تختلف كثافة الغاز باختلاف .....
- (a) درجة الحرارة/ الكتلة/ نوع الغاز  
(b) درجة الحرارة/ الحجم/ الكتلة  
(c) الكتلة/ الحجم  
(d) نوع الغاز/ الحجم/ درجة الحرارة
49. ماذا يحدث لكثافة مادة زاد حجمها للضعف مع ثبات كتلتها ودرجة حرارتها .....
- (a) تظل كما هي (b) تقل للربع (c) تزداد للضعف (d) تقل للنصف
50. كثافة مادة صلبة تساوي  $1200 \text{ kg/m}^3$  فعند انخفاض درجة حرارته تصبح .....
- (a)  $1.1 \text{ g/cm}^3$  (b)  $1200 \text{ kg/m}^3$  (c)  $1300 \text{ kg/m}^3$  (d)  $1100 \text{ kg/m}^3$
51. إذا كانت كثافة الكربون  $C^{12} = 2200 \text{ g/cm}^3$  فإن كثافة الكربون المشع  $C^{13} = \dots\dots\dots$  (حيث 12 – 13 الوزن الذري لذرات الكربون)
- (a)  $1000 \text{ g/cm}^3$  (b)  $2.2 \text{ kg/m}^3$  (c)  $2.5 \text{ kg/m}^3$  (d)  $1.8 \text{ kg/m}^3$
52. عند خلط سائلين كثافة الأول ضعف كثافة الثاني فإن النسبة بين كثافة الثاني إلى كثافة الخليط .....
- (a) يساوي واحد (b) أكبر من الواحد (c) أقل من الواحد (d) لا توجد إجابة صحيحة
53. إذا خلطنا سائلين حجم الأول  $2v$  وحجم الثاني  $4v$  فأصبح الحجم الكلي  $4.5v$  فإن نسبة الانكماش = .....
- (a) 10% (b) 25% (c) 24.8% (d) 25.2%
54. لديك مكعبان من الحديد والنحاس متساويان في الحجم، الكتلة الذرية لهما 56، 59 على الترتيب، تفسيرك لاختلاف كثافتهما علمًا بأن الحديد ذو الكثافة الأكبر بسبب اختلاف .....
- (a) الوزن الذري (b) المسافات البينية  
(c) اختلاف طول ضلع المكعب (d) اختلاف درجة الحرارة
55. اختلاف الكثافة من عنصر إلى آخر بسبب اختلاف .....
- (a) الكتلة والحجم (b) المسافات البينية  
(c) الوزن الذري ومسافات بينية (d) درجة الحرارة والمسافات البينية
56. عند انصهار قطعة من الجليد فإن النسبة بين كتلتها قبل الانصهار إلى كتلتها بعد الانصهار .....
- (a) تساوي - أكبر (b) تساوي - أقل (c) أكبر - أقل (d) أقل - أكبر
57. الكثافة هي نصف كتلة حجم مقداره  $m^3$  .....
- (a) 1 (b) 2 (c) 0.5 (d) 4
58. ماذا يحدث لكثافة غاز عند انتقاله من إناء ذو حجم كبير إلى إناء حجمه صغير مع ثبات درجة الحرارة .....
- (a) لا تتغير (b) تقل (c) تزداد (d) يزداد كتلته
59. إذا كان أحد المرضى يشتكي من ألم في قدمه نتيجة كثرة تناوله اللحوم وعند تعيين كثافة دمه تكون  $\text{g/cm}^3$  .....
- (a) 1.08 (b) 1.02 (c) 1.05 (d) 1.06



60. إذا كانت الكثافة النسبية للماء 1 فعند انخفاض درجة الحرارة تكون الكثافة النسبية له .....

- (a) 1.2 (b) 1 (c) 0.8 (d) 2

61. عند انخفاض درجة الحرارة .....

- (a) تتغير الكثافة النسبية (b) تتغير الكثافة  
(c) تتغير المسافات البينية (d) (b), (c) معاً

62. عند انصهار الحديد .....

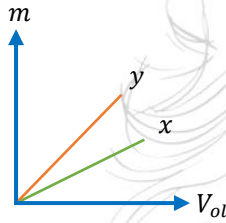
- (a) تزداد الكتلة (b) يزداد الحجم  
(c) تقل المسافات البينية (d) كثافته ثابتة

63. إذا كانت كثافة محلول إلكتروليتي 1.7 وقلّت نسبة أيونات الكبريتات للنصف فإن الكثافة تصبح .....

- (a) 1.8 (b) 1.9 (c) 1.2 (d) 1.85

64. الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين الكتلة والحجم لسائلين

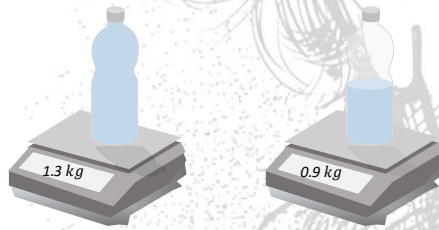
مختلفين  $(x, y)$  لا يمتزجان ببعضهما، فإذا وضع السائلان في إناء واحد، فأأي العبارات الآتية صحيحة؟



- (a) السائل  $y$  يطفو فوق السائل  $x$   
(b) السائل  $x$  يطفو فوق السائل  $y$   
(c) السائل  $x$  أكبر كثافة من السائل  $y$   
(d) الوزن النوعي للسائل  $x$  أكبر من الوزن النوعي للسائل  $y$

65. كتلة زجاجة كاملة من زيت الطهي هي  $1.3 \text{ kg}$  عند

استخدام نصف الزيت بالضبط تكون كتلة الزجاج بالإضافة إلى الزيت المتبقي  $0.9 \text{ kg}$  ما هي كتلة الزجاج الفارغة؟

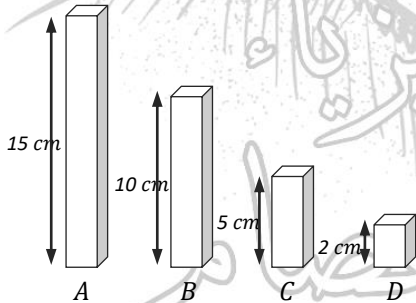


- (a)  $0.4 \text{ kg}$   
(b)  $0.5 \text{ kg}$   
(c)  $0.65 \text{ kg}$   
(d)  $0.8 \text{ kg}$

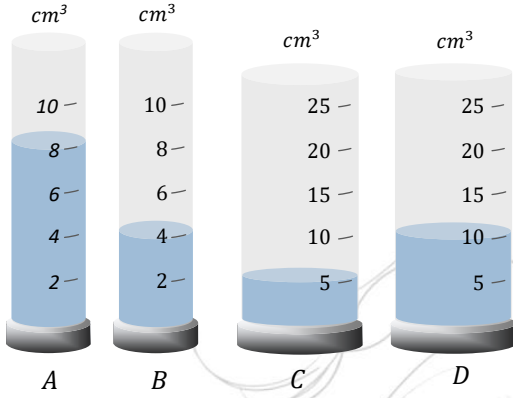
66. يوضح الرسم البياني أربع كتل كل منها مصنوع من

زجاج بكثافة  $2.6 \text{ g/cm}^3$  تبلغ مساحة قاعدة كل

كتلة  $1 \text{ cm}^2$ ، أي شكل يكون كتلته  $13 \text{ g}$ ؟



- (a) A  
(b) B  
(c) C  
(d) D

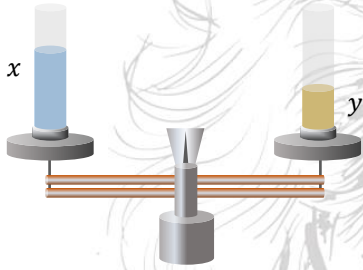


67. تم وضع نفس الكتلة من أربعة سوائل مختلفة في بعض أسطوانة القياس، ما هي أسطوانة القياس التي تحتوي على السائل الأكبر كثافة؟

- A (a)  
B (b)  
C (c)  
D (d)

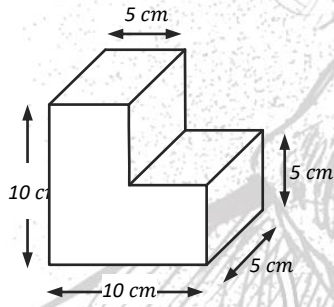
68. إناء كتلته فاغ  $m$  وكتلته وهو مملوء بالماء  $g$  204 وكتلته وهو مملوء بالجلسرين  $g$  230 والكثافة النسبية للجلسرين 1.26 فإن  $m$  بالجرام تساوي .....

- 34 (a) 100 (b) 96 (c) 104 (d)



69. وضع  $200 \text{ cm}^3$  من السائل  $x$  و  $100 \text{ cm}^3$  من السائل  $y$  في مخبرين مدرجين متماثلين، ووضع المخبرين على ميزان بسيط كما بالشكل المقابل، كثافة السائل  $x = \dots\dots\dots$

- (a) نصف كثافة السائل  $y$   
(b) كثافة السائل  $y$   
(c) ضعف كثافة السائل  $y$   
(d) أربعة أضعاف كثافة السائل  $y$



70. الخزان الموضح بالشكل المقابل تم ملئه تمامًا بالماء النقي، ما

كتلة الماء بالخزان؟

علماً بأن كثافة الماء  $1 \text{ g/cm}^3$

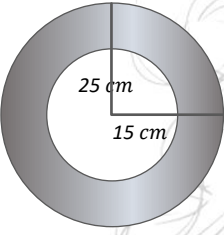
- 500 g (a)  
475 g (b)  
375 g (c)  
125 g (d)

71. إناء مملوء تمامًا بالماء وكانت كتلة الإناء وما به من ماء  $g$  220 وعندما غمر به جسم معدني مصمت أصبحت الكتلة الكلية للإناء وما به من ماء والجسم المعدني  $0.3 \text{ kg}$  فإذا كانت كتلة الجسم  $g$  90 فإن الكثافة النسبية للجسم المعدني .....

- 3 (a) 4 (b) 9 (c) 11 (d)

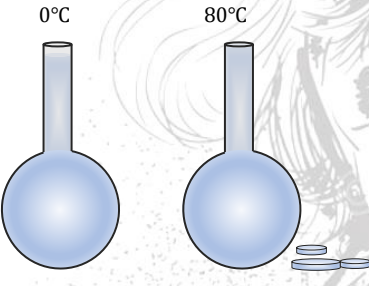
## ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. كأس إزاحة كتلته وهو مملوء بالماء  $g$  750 وضع بداخله قطعة من النحاس كتلتها  $g$  531.25 فأزاحت كمية من الماء كتلتها  $g$  62.5، احسب كثافة النحاس. (علماً بأن  $\rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )  
( $8500 \text{ kg/m}^3$ )



2. كم جرام من الحديد يلزم لعمل كرة مجوفة نصف قطرها الداخلي  $15 \text{ cm}$ ، ونصف قطرها الخارجي  $25 \text{ cm}$  كما بالشكل؟  
(علماً بأن  $\rho_{\text{حديد}} = 7.8 \text{ g/cm}^3$ )

$$(400.4 \times 10^3 \text{ g})$$



3. قارورة سعتها  $60 \text{ mL}$  مملوءة تمامًا بالزئبق عند درجة حرارة  $0^\circ\text{C}$  وعند رفع درجة حرارتها إلى  $80^\circ\text{C}$  انسكب حوالي  $1.47 \text{ g}$  من الزئبق خارج القارورة كما في الشكل الموضح، احسب كثافة الزئبق عند درجة حرارة  $80^\circ\text{C}$  إذا علمت أن كثافة الزئبق عند  $0^\circ\text{C}$  هي  $13595 \text{ kg/m}^3$  بفرض ثبوت حجم القارورة.  
( $13570.5 \text{ kg/m}^3$ )

4. كمية من الماء حجمها  $1 \text{ m}^3$  وكثافتها  $10^3 \text{ kg/m}^3$  عند  $4^\circ\text{C}$  تم تبريدها حتى تحولت إلى ثلج كثافته  $917 \text{ kg/m}^3$  عند  $0^\circ\text{C}$ ، احسب مقدار التمدد الحادث في حجم الماء عند تحوله إلى ثلج.  
( $0.09 \text{ m}^3$ )

5. خزان سعته 200 لترًا كتلته فارغًا 20 كجم، كم تكون كتلته إذا ملئ ببنزين كثافته النسبية 0.27  
( $74 \text{ kg}$ )



6. إذا كانت الكثافة النسبية للحديد الزهر هي 7.2 فاحسب كثافته واحسب كتلة حجم منه قدره  $100 \text{ cm}^3$  علقًا بأن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$

( $7200 \text{ kg/m}^3, 0.72 \text{ kg}$ )

7. إناء كتلته وهو فارغ  $10 \text{ kg}$  وكتلته وهو مملوء بالماء  $60 \text{ kg}$  وكتلته وهو مملوء بالزيت  $50 \text{ kg}$  فإذا علمت أن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$ , احسب الكثافة النسبية للزيت وكثافة الزيت.

( $0.8, 800 \text{ m}^3$ )

8. إناء مملوء لنهايته بـ  $50 \text{ كجم}$  من الماء استبدل الماء بالزيت فكانت كتلة الزيت  $40 \text{ كجم}$  ثم استبدل الزيت بالزئبق فكانت كتلته  $680 \text{ كجم}$ . أوجد الكثافة النسبية لكل من الزيت والزئبق.

( $0.8, 136.6$ )

9. تم خلط 3 لتر من الكحول كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$  مع 2 لتر من الماء فكونا خليطًا كثافته  $900 \text{ kg/m}^3$ . تبين هل حدث انكماش أم لا وإذا حدث احسب نسبة الانكماش، (علقًا بأن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

( $3.158\%$ )

10. محلول ملحي يتكوّن من 30% ملح والباقي ماء إذا كانت الكثافة النسبية للمحلول 1.2 احسب كتلة الملح في 10 لتر من هذا المحلول. (علقًا بأن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

( $5 \text{ kg}$ )



11 مخبار مدرج سعته لتر وضع به سائلين  $A, B$  خلطًا معًا بحيث يشعلا الحيز الكلي للمخبار فإذا كانت كثافتها النسبية معًا 0.7 فاحسب حجم كل من السائلين على حدى في هذا المخلوط علمًا بأن الكثافة النسبية للسائلين  $A, B$  على الترتيب 0.9, 0.4 وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  ( $4 \times 10^{-4} \text{ m}^3, 4 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ )

12 إذ كانت كتلة اللتر من اللبن الدسم  $1.032 \text{ kg}$  وكانت كثافة القشدة  $865 \text{ kg/m}^3$  وكان اللبن محتويًا على 4% من حجمه قشدة، كم تكون كثافة اللبن الخالي من القشدة؟ ( $1039.58 \text{ kg/m}^3$ )

13 سائلان إذا خلط حجمان متساويان منهما معًا كانت الكثافة النسبية للخليط 0.4 وإذا خلط كتلتان متساويان منهما معًا كانت الكثافة النسبية للخليط 0.3، احسب كثافة كل من السائلين بفرض عدم تغير الحجم عند الخلط. ( $200 \text{ kg/m}^3, 600 \text{ kg/m}^3$ )

أينشتاين في الفيزياء  
أعبدك الذي أحسن عصام

## الضغط

- إذا أثرت قوة ( $F$ ) على سطح مساحته ( $A$ ) ينتج ضغط ( $P$ ) على هذه المساحة.
- الضغط عند نقطة:

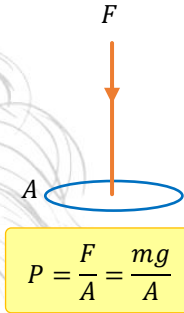
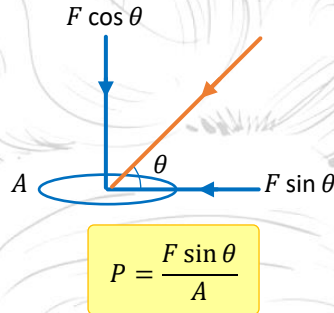
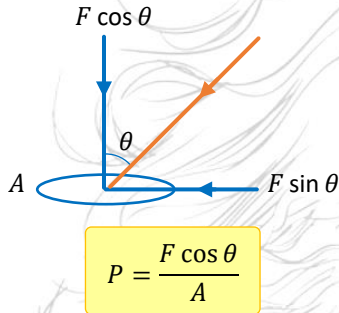
هو مقدار القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.

- يمكن تعيين الضغط عند نقطة بثلاث طرق فإذا كانت القوة:

(1) عمودية على السطح

(2) تصنع زاوية  $\theta$  مع السطح

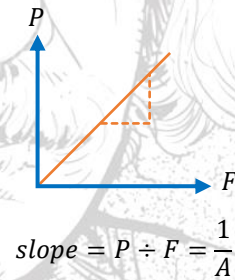
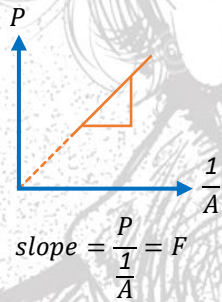
(3) تصنع زاوية  $\theta$  مع العمودي على السطح



- نظراً لأن القوة ( $F$ ) مقطرة بالنيوتن ( $N$ ) والمساحة ( $A$ ) مقطرة بالمتري المربع ( $m^2$ ) فإن وحدة قياس الضغط هي: نيوتن/م<sup>2</sup> ( $N/m^2$ ) وهي تكافئ  $J/m^3 = Kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
- يتوقف الضغط عند نقطة على:

(1) القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً (علاقة طردية)

(2) المساحة المحيطة بتلك النقطة (علاقة عكسية)



## لاحظ



الضغط الناتج عن كعب حذاء مدبب لفتاة قد يكون أكبر من الضغط الناتج عن قدم فيل على الأرض لأنه تبعاً للعلاقة  $P = F \div A$  يتناسب الضغط عكسياً مع المساحة فعندما تؤثر قوة صغيرة (وزن الفتاة) على مساحة صغيرة جداً ينتج ضغط كبير، أما في حالة الفيل فإن قوة كبيرة (وزن الفيل) تؤثر على مساحة كبيرة فينتج ضغط أقل.

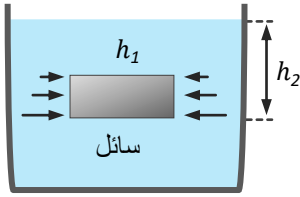


إبرة الخياطة لها أسنة مدببة لأن الضغط يتناسب عكسياً مع المساحة فعندما يكون السن مدبب (أقل مساحة) يتولد أكبر ضغط وتخترق الإبرة النسيج بسهولة.

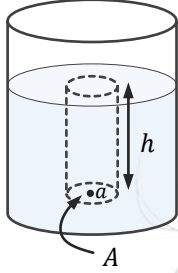


تستخدم إطارات عريضة في سيارات النقل الثقيل (تسير الدبابات على حصيرة عريضة من الجنازير) لأن الضغط يتناسب عكسياً مع وزن السيارة على الطريق فلا تغوص في العجلات في الطرق الرملية.

## الضغط عند نقطة في باطن سائل



- عند دفع قطعة فلين تحت سطح الماء ثم تركها فإن قطعة الفلين ترتفع إلى سطح الماء مرة أخرى ويرجع ذلك إلى أن الماء يدفع قطعة الفلين المغمورة بقوة إلى أعلى، هذه القوة تنشأ عن فرق ضغط الماء على السطحين العلوي والسفلي لقطعة الفلين.

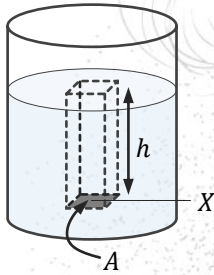


- عند وضع سائل في إناء كما بالشكل، فإن:

كل نقطة في باطن السائل (مثل النقطة  $a$ ) يؤثر عليها وزن عمود السائل الذي ارتفاعه من النقطة حتى سطح السائل ( $h$ ) ومساحة قاعدته  $A$ ، فيكون للسائل ضغط عند هذه النقطة.

**الضغط عند نقطة في باطن سائل:** يقدر بوزن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد العمودي بين تلك النقطة وسطح السائل.

## استنتاج قيمة الضغط عند نقطة في باطن سائل



- نفرض أن لدينا لوح أفقي ( $X$ ) مساحته ( $A$ ) على عمق ( $h$ ) تحت سطح سائل كثافته ( $\rho$ ). يعمل هذا اللوح كقاعدة لعمود من السائل.
- القوة التي يؤثر بها السائل على اللوح  $X$  تساوي وزن عمود من السائل ارتفاعه  $h$  ومساحة مقطعه  $A$ .
- حيث أن السائل غير قابل للانضغاط فإن القوة الناتجة عن ضغط السائل لابد أن تتزن مع وزن عمود السائل الذي ارتفاعه  $h$ .

$$\therefore F_g = mg$$

$$\therefore F_g = \rho V_{ol} g$$

$$\therefore F_g = \rho Ahg$$

$$\rho V_{ol} = (m)$$

$$Ah = (V_{ol})$$

- ضغط السائل  $P$  على اللوح يتعين من العلاقة:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho Ahg}{A}$$

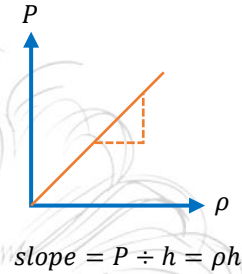
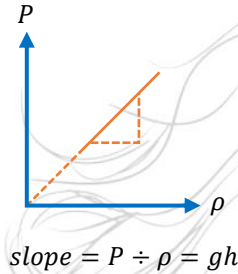
- وبما أن السطح الخالص للسائل يتعرض للضغط الجوي  $P_a$  يكون الضغط الكلي (المطلق):

$$P = P_a + \rho gh$$

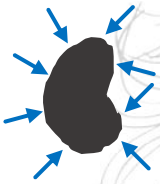


العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة في باطن سائل

- (1) عمق النقطة تحت سطح السائل (علاقة طردية).
- (2) كثافة السائل (علاقة طردية).
- (3) عجلة الجاذبية (علاقة طردية)، فقيمة  $g$  تتغير من مكان لآخر تتغير طفيف.



لاحظ



- (1) الضغط كمية قياسية.
- (2) الضغط عند نقطة في باطن سائل يؤثر في جميع الاتجاهات بالتساوي، فإذا كان الضغط عند نقطة ما يساوي  $(P)$  فإن الضغط في أي اتجاه من النقطة يساوي  $(P)$ .
- (3) ضغط السائل دائماً يؤثر في الاتجاه العمودي على السطح (الجدار أو أي سطح موجود في السائل).
- (4) عند أي نقطة في باطن سائل يمكن أن يؤثر الضغط في أي اتجاه، واتجاه القوة على سطح معين يكون عمودياً على السطح.
- (5) يحفظ الضغط داخل الطائرات والغواصات بحيث يكون مساوياً للضغط الجوي.

العلاقة البيانية بين ضغط السائل عند نقطة  $(P)$  وعمق النقطة  $(h)$

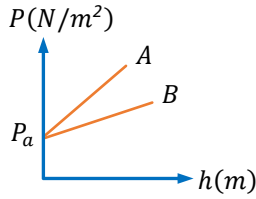
إذا كان سطح السائل:

- (1) معرض للهواء: يتأثر بالضغط الجوي الذي ينشأ عن وزن عمود الهواء المؤثر على سطح السائل.
- (2) غير معرض للهواء: لا يتأثر بالضغط الجوي.

الإناء مفتوح	الإناء مغلق
<p>كلما زاد العمق زاد الضغط وعندما يكون <math>(h = 0)</math> فإن النقطة عند السطح يكون <math>(P = P_a)</math> لذلك يبدأ المنحنى من قيمة <math>P_a</math>.</p>	<p>كلما زاد العمق زاد الضغط وعندما يكون <math>(h = 0)</math> النقطة عند السطح يكون <math>(P = 0)</math> لذلك يبدأ المنحنى من نقطة الأصل</p>
<p>يزيد <math>(P)</math> بزيادة العمق <math>(h)</math> ويبدأ من قيمة <math>(P_a)</math>.</p>	<p>يزيد <math>(P)</math> بزيادة العمق <math>(h)</math> والمنحنى خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وهذا يدل على أن التناسب طردي.</p>



## أمثلة



(1) الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط عند نقطة في باطن سائل وعمق النقطة عن السطح السائل لسائلين مختلفين  $A, B$

(1) ماذا تمثل النقطة  $C$ ؟

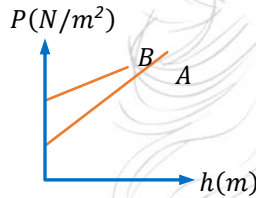
(2) أي السائلين أكبر كثافة؟ ولماذا؟

## الحل

(1) النقطة  $C$  تمثل الضغط الجوي  $(P_a)$ .

(2) كثافة السائل  $A$  أكبر من كثافة السائل  $B$  لأن ميل الخط المستقيم للسائل  $A$  أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل  $B$ .

\*\*\*\*\*



(2) الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط  $(P)$  وعمق السائل  $(h)$  في مختبرين بهما سائلين مختلفين في الكثافة  $A, B$

(1) أي المختبرين مغلق وأيها مفتوح؟ ولماذا؟

(2) أي السائلين أكبر كثافة؟ ولماذا؟

## الحل

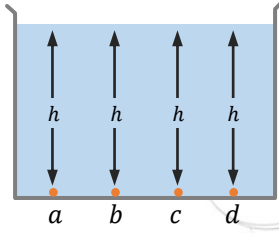
(1) المختبر  $A$  مغلق لأن الخط المستقيم يمر بنقطة الأصل.

المختبر  $B$  مفتوح لأن الخط المستقيم  $B$  يقطع جزء من محور الصادات يساوي وجود الضغط الجوي.

(2) السائل  $A$  أكبر كثافة من السائل  $B$  لأن ميل الخط المستقيم للسائل  $A$  أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل  $B$ .

## تطبيقات على الضغط في السوائل المتجانسة

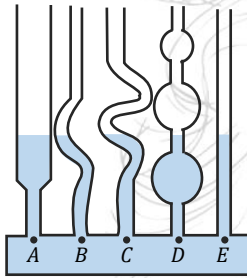
(1) تساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوى أفقي واحد في سائل متجانس:



- نظرًا لأن جميع النقاط على عمق واحد من سطح السائل.
- نظرًا لأن السائل متجانس أي أن كثافته متساوي عند جميع النقاط فإن الضغط يكون متساويًا عند جميع النقاط الواقعة في مستوى أفقي واحد في السائل المتجانس.

تطبيق: مستوى سطح الماء يكون ثابتًا في المحيطات والبحار المفتوحة.

## (2) الأواني المستطرقة



- إذا وصلت عدة أواني مختلفة الشكل والسعة (مختلفة الأشكال الهندسية) بأنبوبة أفقية ثم صبّ سائل في أحد هذه الأواني فإن:

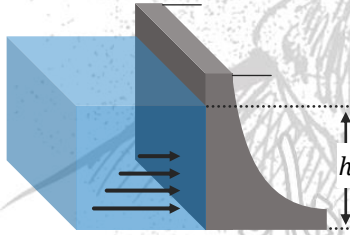
$$P_A = P_B = P_C = P_D = P_E \quad (1)$$

- (2) يرتفع السائل في باقي الأواني ويكون ارتفاع السائل متساويًا في جميع الأواني كما في الشكل المقابل بشرط.

- أن تكون قاعدة الأواني في مستوى أفقي.
- ألا تحتوي هذه المجموعة على أنبوبة شعيرية.

تطبيق: تُبنى خزانات المياه في أعلى مكان في المدينة لأنه طبقًا لنظرية الأواني المستطرقة فإن سطح الماء سيرتفع في مواسير المياه الرأسية التي تغذي المنازل إلى نفس مستوى سطح الماء في الخزانات فتصل المياه إلى الأدوار العليا.

## (3) زيادة سُمك السد عند قاعدته



- كلما زاد عمق الماء زاد ضغطه فلا بد من زيادة سُمك السد عند قاعدته حتى يتحمل الضغط المتزايد عند زيادة العمق.

تطبيق: تُبنى السدود بحيث تكون أكثر سُمكًا عند القاعدة حتى تتحمل الزيادة في الضغط الناتجة عن زيادة عمق الماء.

## إرشادات حل المسائل

- (1) لحساب أكبر ضغط لمتوازي مستطيلات يوضع على الوجه الذي له أقل مساحة ( $P = F \div A_{\text{أقل مساحة}}$ ).
- (2) لحساب أقل ضغط لمتوازي مستطيلات يوضع على الوجه الذي له أكبر مساحة ( $P = F \div A_{\text{أكبر مساحة}}$ ).
- (3) لحساب فرق الضغط بين نقطتين فإننا نحسب ضغط السائل الموجود بين النقطتين من العلاقة:  $\Delta P = \rho gh$
- (4) في إطار السيارة يكون ضغط الهواء المحبوس بداخل الإطار ( $P$ ) أكبر من ضغط الهواء خارج الإطار ( $P_a$ ) ويكون:

$$\Delta P = P - P_a$$

(5) في الغواصة يكون ضغط الهواء المحبوس داخل الغواصة ( $P_a$ ) أقل من الضغط خارج الإطار ( $P$ ) ويكون:

$$\Delta P = (P_a + \rho gh) - P_a = \rho gh$$

$$\Delta F = P \cdot A = \rho gh \cdot A$$

(6) ترتكز السيارة على أربعة إطارات متماثلة فيتوزع وزنها بالتساوي على الإطارات الأربعة.

(7) في جسم الإنسان لحساب الضغط عند نقطة:

(أ) في الرأس:  $P = P_{\text{قلب}} - \rho gh$ ,  $h$  المسافة بين القلب والرأس.

(ب) في القدم:  $P = P_{\text{قلب}} + \rho gh$ ,  $h$  المسافة بين القلب والقدم.

(8) عند وضع سائلان لا يمتزجان في إناء فإن:

(أ) الضغط عند نقطة على سطح السائل:  $P = P_a$

(ب) الضغط عند نقطة من السائل عند السطح الفاصل:  $P = P_a + \rho_1 gh_1$

(ج) الضغط عند نقطة من السائل في قاع الإناء:  $P = P_a + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2$

(9) الحالات التي لا يُضاف الضغط الجوي فيها عند إيجاد الضغط عند نقطة في باطن سائل:

(أ) إذا كان المطلوب ضغط السائل فقط.

(ب) إذا كان الإناء الذي يحتوي على السائل مغلق (سطح السائل غير معرض للهواء).

(ج) إذا كان المطلوب حساب فرق الضغط.

(د) في حالة الغواصة يكون الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي وبذلك يكون الضغط الواقع عليها هو ضغط السائل فقط.

(10) لحساب الضغط على جانب رأسي موضوع في سائل:

فإننا نقيس العمق من سطح السائل إلى منتصف اللوح الرأسي.

(11) لحساب الشغل المبذول لدفع حجم معين من سائل في أنبوبة فرق الضغط بين طرفيها ( $\Delta P$ ):

$$W = Fd = \Delta P \Delta d = \Delta P V_{ol}$$

### مسائل محلولة

(1) متوازي مستطيلات صلب أبعاده ( $5 \text{ cm}, 10 \text{ cm}, 20 \text{ cm}$ ) كثافته مادته  $5000 \text{ kg/m}^3$  فإذا وضع على سطح مستوى أفقي، احسب أكبر وأقل ضغط للمتمازي. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

### الحل

لحساب أكبر ضغط للمتمازي يوضع المتوازي على الوجه الأقل مساحةً ( $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ ).

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho_s g V_{ol}}{A} = \frac{5000 \times 10 \times (20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6})}{5 \times 10 \times 10^{-4}} = 10^4 \text{ N/m}^2$$

لحساب أقل ضغط للمتمازي يوضع المتوازي على الوجه الأكبر مساحةً ( $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ ).

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho_s g V_{ol}}{A} = \frac{5000 \times 10 \times (20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6})}{20 \times 10 \times 10^{-4}} = 2500 \text{ N/m}^2$$

\*\*\*\*\*



(2) فرق ضغط قدره  $3.039 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  مطلوبة لإطار سيارة فإذا كان الضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  احسب قيمة ضغط الهواء داخل الإطار.

الحل

$$\Delta P = P - P_a$$

$$P = P_a + \Delta P = 1.013 \times 10^5 + 3.039 \times 10^5 = 4.052 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

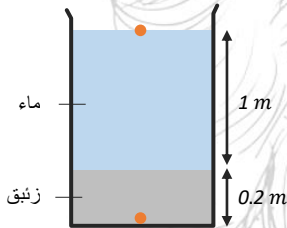
\*\*\*\*\*

(3) غواصة تغوص إلى عمق  $40 \text{ m}$  في ماء بحر كثافته  $1030 \text{ kg/m}^3$  وكان الضغط داخلها يساوي الضغط الجوي. ما قيمة القوة الكلية المؤثرة على باب قمرتها إذا كان قطره  $80 \text{ cm}$  علماً بأن:  $(\pi = 22 \div 7, g = 9.8 \text{ m/s}^2)$

الحل

$$F = p g h . A = p g h . \pi r^2 = 1030 \times 9.8 \times 40 \times \frac{22}{7} \times (40)^2 \times 10^{-4} = 203033.6 \text{ N}$$

\*\*\*\*\*



(4) طبقة من الماء سُمكها واحد متر تطفو فوق طبقة من الزيت سُمكها  $0.2 \text{ m}$ ، ما الفرق في الضغط عند نقطتين إحداها عند سطح الماء الخالص والأخرى عند قاع طبقة الزيت علماً بأن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الزيت  $13600 \text{ kg/m}^3$  وعجلة الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$

الحل

$$P = P_a + \rho_1 g h + \rho_2 g h_2 \text{ زيت}$$

$$P = P_a \text{ عند سطح الماء}$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_a + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 - P_a \\ &= \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 \\ &= (1000 \times 9.8 \times 1) + (13600 \times 9.8 \times 0.2) \\ &= 36456 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

\*\*\*\*\*

(5) إذا كان الضغط الجوي عند سطح ماء في بحيرة هو واحد ضغط جوي، ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها 3 ضغط جوي علماً بأن كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$  وأن الضغط الجوي يعادل  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  وعجلة الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$

الحل

$$P = P_a + \rho g h$$

$$3 \times 1.013 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times h$$

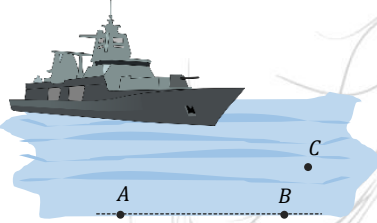
$$3 \times 1.013 \times 10^5 - 1.013 \times 10^5 = 9800 h$$

$$h = 202600 \div 9800 = 20.673 \text{ m}$$

## اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. إذا كان الضغط المؤثر على سطح الأرض والناشئ عن وقوف فتاة بكتلتا قدميها هو  $2.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  فإن الضغط المؤثر على الأرض والناشئ عن وقوف نفس الفتاة على قدم واحد هو .....

- (a)  $7.5 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  (b)  $2.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (c)  $5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (d)  $10^6 \text{ N/m}^2$



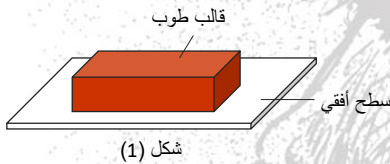
2. تطفو سفينة فوق سطح ماء بحر كما هو مبين بالشكل، فإذا كانت النقاط A, B, C تقع جميعها أسفل سطح البحر فإن .....

- (a)  $P_A < P_B < P_C$  (b)  $P_A = P_B > P_C$  (c)  $P_A = P_B = P_C$  (d)  $P_A < P_B > P_C$



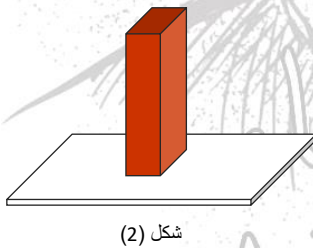
3. الشكل المقابل يوضح كرسي تم وضعه أرجله في أكواب مخصصة لحماية السجادة من التلف، أي من الاختيارات الآتية يوضح تأثير وضع الأكواب على كل من المساحة الملامسة للسجادة والضغط الواقع عليها؟

الضغط	مساحة التماس	
يقل	تقل	(a)
يزداد	تقل	(b)
يقل	تزداد	(c)
يزداد	تزداد	(d)



شكل (1)

4. قالب طوب موضوع أفقيًا على سطح أفقي كما بالشكل (1) فإذا تم تغيير وضعه ليصبح رأسيًا كما بالشكل (2)، فأى من الاختيارات التالية يعبر عن تأثير هذا التغيير على كل من القوة والضغط الذي يؤثر به القالب على مساحة التماس؟



شكل (2)

الضغط	مساحة التماس	
يقل	تقل	(a)
يزداد	تقل	(b)
يقل	تزداد	(c)
يزداد	تزداد	(d)

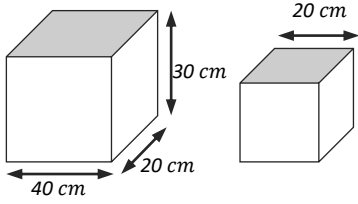
5. تحتوي غواصة على نوافذ دائرية الشكل قطر كل منها  $0.3 \text{ m}$ ، إذا كان أقصى ضغط خارجي يمكن أن تتحمله النافذة دون أن تنكسر  $660 \text{ kPa}$  فإن أقل قوة خارجية تكفي لتحطيم النوافذ هي ...

- (a)  $40 \times 10^3 \text{ N}$  (b)  $47 \times 10^3 \text{ N}$  (c)  $90 \times 10^3 \text{ N}$  (d)  $120 \times 10^3 \text{ N}$

6. شخص وزنه  $w$  يقف بكتلتا قدميه على الأرض، فإذا كانت مساحة تلامس كل قدم مع الأرض  $A$  فإن الشخص

يؤثر على الأرض بضغط يساوي .....

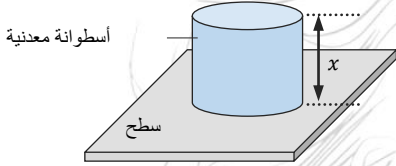
- (a)  $\frac{2w}{A}$  (b)  $\frac{w}{A}$  (c)  $\frac{w}{2A}$  (d)  $\frac{w}{4A}$



7. في الشكل المقابل صندوقان مفتوحان ومتجاوران، الأول على شكل مكعب والثاني على شكل متوازي مستطيلات، فإن النسبة بين القوة الناشئة عن الضغط الجوي على قاعدة كل من الصندوقين من الداخل

( $\frac{F_{\text{مكعب}}}{F_{\text{متوازي مستطيلات}}}$ ) تساوي .....

- (a)  $\frac{1}{4}$  (b)  $\frac{1}{2}$   
(c)  $\frac{1}{3}$  (d)  $\frac{1}{1}$



8. الشكل المقابل يوضح أسطوانة معدنية مصممة ارتفاعها

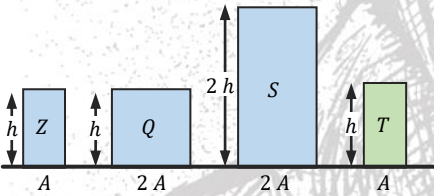
X ومساحة مقطعها A موضوعة على سطح أفقي، إذا كانت الأسطوانة تؤثر على السطح الملامس لها بضغط P فإن كثافة مادة الأسطوانة تساوي .....

(الجاذبية الأرضية g)

- (a)  $\frac{gX}{P}$  (b)  $\frac{P}{gX}$   
(c)  $\frac{gX}{PA}$  (d)  $\frac{PA}{gX}$

9. يعتمد ضغط المياه عند قاع بحيرة السد العالي والمؤثر على جسم السد على .....

- (a) طول السد (b) كثافة مادة السد (c) مساحة سطح المياه (d) عمق المياه



10. الشكل المقابل يوضح كل من مساحة قاعدة وارتفاع

مجموعة من الكتل موضوعة على مستوى أفقي، فإذا كانت الكتل S, Q, Z مصنوعة من نفس المادة وكثافة مادتها نصف كثافة مادة الكتلة T، فأى كتلتين من الكتل

التالية يؤثر على المستوى بنفس الضغط؟

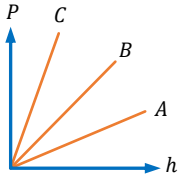
- (a) T, Z (b) T, Q  
(c) S, Q (d) T, S

11. الضغط عند نقطة في باطن سائل ساكن متجانس موضوع في إناء له جميع الخصائص التالية ما عدا أنه

....

- (a) يؤثر في جميع الاتجاهات  
(b) لا يعتمد على شكل الإناء الذي يحتويه  
(c) يؤثر دائماً بطريقة عمودية على سطح الإناء الذي يحتويه  
(d) يعتمد على مساحة السطح المحيطة بتلك النقطة





12. الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الضغط ( $P$ ) عند نقطة في باطن سائل موضوع في إناء مغلق والبعد الرأسى ( $h$ ) بين موضع النقطة و سطح السائل لثلاث سوائل  $A, B, C$  فإن .....

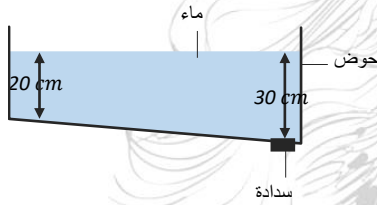
(a)  $\rho_C < \rho_B < \rho_A$  (b)  $\rho_C > \rho_B > \rho_A$

(c)  $\rho_C < \rho_A < \rho_B$  (d)  $\rho_A = \rho_B = \rho_C$

13. يعد خندق ماربانا أعمق خندق مائي في العالم حيث يصل عمقه إلى  $11 \text{ km}$  تقريبًا ويوجد في المحيط الهادي، فإذا علمت أن متوسط كثافة مياهه  $1020 \text{ kg/m}^3$  فإن الضغط الناشئ عن الماء عند هذا العمق يساوي تقريبًا ..... ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

(a)  $1.8 \times 10^5 \text{ Pascal}$  (b)  $2.2 \times 10^6 \text{ Pascal}$

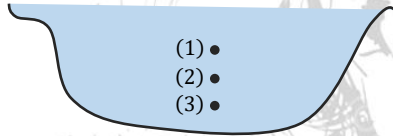
(c)  $2.9 \times 10^7 \text{ Pascal}$  (d)  $1.1 \times 10^8 \text{ Pascal}$



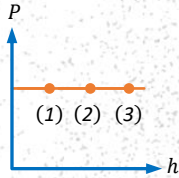
14. الشكل المقابل يوضح حوض به ماء كثافته  $1000 \text{ kg/m}^3$  يتراوح عمقه ما بين  $20 \text{ cm}$  و  $30 \text{ cm}$ ، فيكون ضغط الماء المؤثر على سدادة موضوعة أسفل الحوض عند العمق  $30 \text{ cm}$  هو .....  
علماً بأن:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

(a)  $1960 \text{ Pascal}$  (b)  $2450 \text{ Pascal}$

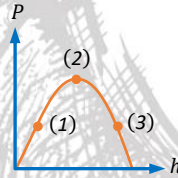
(c)  $2940 \text{ Pascal}$  (d)  $4900 \text{ Pascal}$



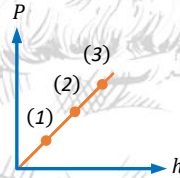
15. الشكل المقابل يوضح بحيرة بها ماء، فإن الرسم البياني المعبر عن العلاقة بين ضغط الماء ( $P$ ) عند النقاط 1، 2، 3 وعمق تلك النقاط ( $h$ ) من سطح الماء هو .....



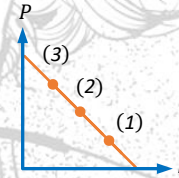
(a)



(b)

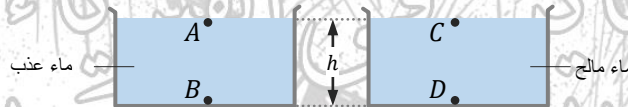


(c)



(d)

16. الشكل التالي يوضح إناءين يحتوي أحدهما على ماء عذب والآخر على ماء مالح، إذا علمت أن كثافة الماء المالح أكبر من كثافة الماء العذب فإن أكبر ضغط يكون عند النقطة .....



(a) A

(b) B

(c) C

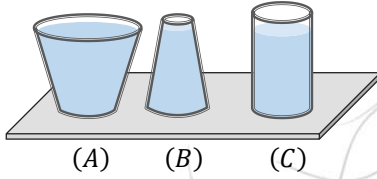
(d) D

17. لوحة رقيقة مساحة سطحها  $0.036 \text{ m}^2$  موضوعة أفقيًا أسفل سطح سائل كثافته  $930 \text{ kg/m}^3$ ، إذا كانت القوة المؤثرة على السطح العلوي للوحة نتيجة لضغط السائل  $290 \text{ N}$  فإن عمق اللوحة أسفل سطح السائل يساوي ..... (علماً بأن:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

(a)  $0.88 \text{ m}$  (b)  $1.1 \text{ m}$

(c)  $1.8 \text{ m}$  (d)  $8.7 \text{ m}$

18. خزان يحتوي على زيت ضغطه  $6.75 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ ,  $4.5 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  على ارتفاع  $5 \text{ m}$ ,  $7.5 \text{ m}$  من قاع الخزان على الترتيب، فإن كثافة الزيت تساوي ..... (علماً بأن:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
- (a)  $750 \text{ kg/m}^3$  (b)  $800 \text{ kg/m}^3$  (c)  $850 \text{ kg/m}^3$  (d)  $900 \text{ kg/m}^3$



19. الشكل المقابل يوضح ثلاثة أوعية ذات أشكال مختلفة موضوعة

فوق سطح أفقي وملوئة لنفس المستوى بالماء وجميعها لها نفس مساحة القاعدة، أي العبارات التالية صحيحة؟

(a) الضغط عند سطح الماء في الوعاء A يمثل أكبر ضغط لكبر مساحة مقطع الوعاء.

- (b) الضغط الناتج عند قاعدة الوعاء A يمثل أكبر ضغط لاحتواء الوعاء على أكبر قدر من الماء.
- (c) الضغط الناتج عند قاعدة كل من الأوعية الثلاثة متساو.
- (d) الضغط المؤثر على جانب الوعاء A عند عمق معين أكبر من الضغط المؤثر على جانبي كل من الوعاءين الآخرين عند نفس العمق

20. حوض أسماك على شكل متوازي مستطيلات موضوع أفقيًا أبعاد قاعدته  $80 \text{ cm}$ ,  $50 \text{ cm}$  وارتفاعه  $40 \text{ cm}$  صب به ماء حتى صار ارتفاع الماء به  $30 \text{ cm}$ ، فإن القوة الناتجة عن ضغط الماء والمؤثرة على قاع الحوض تساوي .....

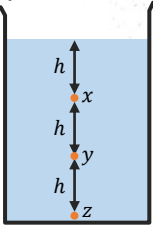
(علماً بأن:  $\rho_{\text{ماء}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (a)  $1881.6 \text{ N}$  (b)  $1232.4 \text{ N}$  (c)  $1024.6 \text{ N}$  (d)  $1411.2 \text{ N}$
21. إذا كان الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر  $100 \text{ Pa}$  وكثافة ماء البحر  $1020 \text{ kg/m}^3$  فعلى أي عمق من مستوى سطح البحر يكون الضغط الكلي  $110 \text{ Pa}$ ؟ ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (a)  $1 \text{ m}$  (b)  $9.8 \text{ m}$  (c)  $10 \text{ m}$  (d)  $11 \text{ m}$
22. خزان على شكل مكعب مفتوح من أعلى طول ضلعه  $100 \text{ cm}$  صب فيه ماء إلى ارتفاع  $20 \text{ cm}$  ثم أضيف إليه زيت حتى أصبح سطح الزيت على ارتفاع  $80 \text{ cm}$  من قاعدة الإناء، فإن فرق الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزيت والآخر عند سطح الزيت يساوي .....

(علماً بأن:  $\rho_{\text{زيت}} = 900 \text{ kg/m}^3$ ,  $P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

(a)  $2 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  (b)  $5.4 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  (c)  $7.4 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  (d)  $9.2 \times 10^3 \text{ N/m}^2$

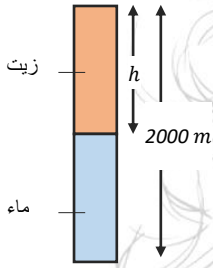


23. الشكل المقابل يوضح إناء موضوع به سائل معرض للضغط الجوي، فإذا كان الضغط الكلي المؤثر عن النقطة x هو  $1.5 \text{ atm}$  فإن النسبة بين الضغط الكلي عند النقطة y, z تساوي .....

(a)  $\frac{2}{5}$  (b)  $\frac{2}{3}$  (c)  $\frac{3}{2}$  (d)  $\frac{5}{3}$

24. خزانان مفتوحان الأول يحتوي على سائل كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$  والثاني يحتوي على سائل كثافته  $1200 \text{ kg/m}^3$ ، فأى الاختيارات التالية يمثل عمق السائل في كل خزان والذي عنده يتساوى ضغط السائلين

عمق السائل الأول في الخزان	عمق السائل الثاني في الخزان	
8 m	20 m	(a)
10 m	15 m	(b)
15 m	10 m	(c)
20 m	8 m	(d)

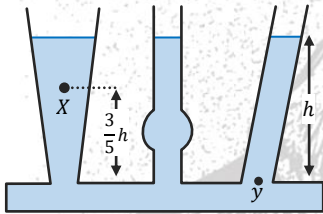


25. الشكل المقابل يوضح ارتفاع كل من الماء وزيت البترول في بئر عمقه  $2000 \text{ m}$ ، إذا كان ضغط السائلين على قاع البئر  $17.5 \text{ Mpascal}$  وكثافة كل من الماء والزيت على الترتيب  $1000 \text{ kg/m}^3$ ،  $830 \text{ kg/m}^3$  فإن طول عمود الزيت ( $h$ ) يساوي تقريباً ..... ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (a) 907 m (b) 1000 m  
(c) 1091 m (d) 1471 m

26. خزان ارتفاعه  $120 \text{ cm}$  مملوء بالكامل بماء كثافته  $10^3 \text{ kg/m}^3$ ، فإذا تم إخراج ثلثي حجم الماء من الخزان ثم صب حجمين متساويين من سائلين غير قابلين للامتزاج أو التفاعل مع بعضهما ولا مع الماء حتى امتلاء الخزان مرة أخرى وكانت الكثافة النسبية للسائلين 0.8، 1.2 فإن نسبة التغير في الضغط عند قاعدة الخزان تساوي ..... ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (a) 0% (b) 5% (c) 10% (d) 20%



27. الشكل المقابل يوضح أواني مستطرفة موضوعة بها سائل كثافته  $\rho$ ، فإذا كان ضغط السائل عند النقطة y هو  $P$  فإن ضغط السائل عند النقطة x يساوي .....

- (a)  $\frac{2P}{3}$  (b)  $\frac{P}{3}$   
(c)  $\frac{3P}{5}$  (d)  $\frac{2P}{5}$

28. يكون الضغط عند نقطة نصف القيمة العظمى عندما .....

- (a) القوة عمودية على السطح  
(b) القوة مائلة على السطح بزاوية  $30^\circ$   
(c) القوة مماسية للسطح

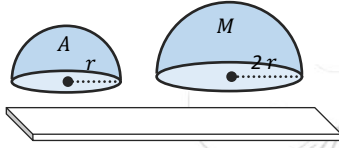
29. يكون الضغط عند نقطة قيمة عظمى عندما يكون .....

- (a) القوة عمودية على السطح  
(b) القوة مائلة على السطح بزاوية  $30^\circ$   
(c) القوة مماسية للسطح



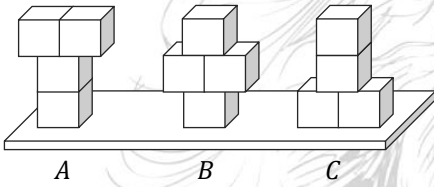
30. يكون الضغط عند نقطة منعدم عندما .....

- (a) القوة عمودية على السطح  
(b) القوة مائلة على السطح بزاوية  $30^\circ$   
(c) القوة مماسية للسطح



31. الشكل المقابل يوضح نصفين كرتين مصمتين (A), (M) من نفس المادة وضعتا على سطح أفقي، تكون النسبة بين الضغط الذي تسببه كل منهما على السطح  $\left(\frac{P_A}{P_M}\right)$  هي .....

- (a)  $\frac{1}{2}$   
(b)  $\frac{1}{4}$   
(c)  $\frac{1}{1}$   
(d)  $\frac{1}{1}$

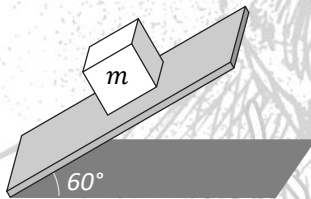


32. الشكل المقابل يوضح ثلاث مسامير متماثلة فيما عدا وضع الصامولة وضعت على سطح أفقي كما بالشكل، أي صفوف الجدول التالي تعبر عن كل من القوة والضغط الواقعين على السطح؟

القوة (F)	الضغط (P)	
$F_A = F_M = F_N$	$P_A < P_M < P_N$	(a)
$F_A > F_M > F_N$	$P_A > P_M > P_N$	(b)
$F_A = F_M = F_N$	$P_A = P_M > P_N$	(c)
$F_A = F_M < F_N$	$P_A = P_M < P_N$	(d)

33. يؤثر الضغط عند نقطة في باطن سائل .....

- (a) إلى أعلى  
(b) إلى أسفل  
(c) في جميع الاتجاهات



34. في الشكل المقابل مكعب طول ضلعه 10 cm، مصنوع من مادة كثافتها  $5000 \text{ kg/m}^3$ ، المكعب موضوع على مستوى يميل على الأفقي بزاوية  $60^\circ$  فإن الضغط الذي يؤثر به المكعب على السطح يساوي .....

- (a)  $2500 \text{ N/m}^2$   
(b)  $5000 \text{ N/m}^2$   
(c)  $10^4 \text{ N/m}^2$   
(d)  $2.5 \times 10^4 \text{ N/m}^2$

35. ضغط المياه الموجودة عند قاع بحيرة السد العالي المؤثر على جسم السد يعتمد على .....

- (a) مساحة سطح المياه  
(b) طول السد  
(c) عمق المياه  
(d) كثافة مادة الحائط

36. العوامل التالية تؤثر على الضغط عند نقطة في باطن سائل ساكن ما عدا .....

- (a) كثافة السائل  
(b) مساحة مقطع الإناء  
(c) الضغط الجوي  
(d) ارتفاع السائل في الإناء

37. الضغط عند نقطة على عمق  $h$  من سطح الماء ..... الضغط عند نقطة على نفس العمق من سطح الزئبق.

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) يساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

38. النسبة بين ميل الخط المستقيم للعلاقة بين  $h, p$  لإناء مقفل إلى ميل الخط المستقيم للعلاقة بين  $h, p$  لإناء مفتوح لنفس السائل ..... واحد.

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) يساوي (d) لا توجد علاقة بينهم

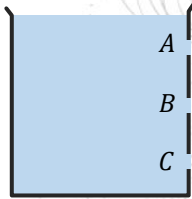
39. الضغط الجوي يساوي  $100 \text{ kPa}$ ، ما القوة التي يبذلها الجو على سطح مستطيل الشكل أبعاده  $0.4 \text{ m}, 0.5 \text{ m}$

- (a)  $250 \text{ kN}$  (b)  $200 \text{ kN}$  (c)  $111 \text{ kN}$  (d)  $20 \text{ kN}$

40. على عمق في باطن سائل يؤثر الضغط .....

- (a) لأسفل فقط وكذلك قوة السائل  
(b) في جميع الجهات وكذلك قوة السائل  
(c) في جميع الجهات وتؤثر قوة السائل لأسفل  
(d) لأسفل فقط وتؤثر قوة السائل في جميع الجهات

41. في الشكل المقابل إناء به سائل متجانس، أي الفتحات يخرج منها الماء لمسافة أطول من قاعدة الإناء؟



- (a) A (b) B (c) C (d) D

42. الضغط الذي يؤثر به مكعب من الحديد على طاولة ..... الضغط الذي تؤثر به كرة من الحديد لها نفس الكتلة على نفس الطاولة.

- (a) أقل من (b) أكبر من (c) يساوي

43. الفرق بين نقطتين عند السطح الفاصل بين عدة سوائل في إناء فوق بعضها يساوي .....

- (a) الفرق بين ضغوط السوائل بين النقطتين  
(b) مجموع ضغوط السوائل بين هاتين النقطتين  
(c) الفرق بين ضغوط السوائل والضغط الجوي  
(d) لا توجد إجابة صحيحة

44. عند زيادة مساحة مقطع باب قمرة الغواصة عندما تكون في قاع بحيرة فإن .....

- (a) الضغط الواقع عليها يقل والقوة المؤثرة على باب قمرتها تزداد  
(b) الضغط الواقع عليها يزداد والقوة المؤثرة على باب قمرتها تقل  
(c) لا يتغير الضغط الواقع عليها وتقل القوة المؤثرة على باب قمرتها  
(d) لا يتغير الضغط الواقع عليها ولا تتغير القوة المؤثرة على باب قمرتها

ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. يجلس رجل على كرسي بأربعة أرجل دون أن تلامس قدماه الأرض، فإذا كانت كتلة الرجل والكرسي معًا  $95\text{ kg}$  وكانت أرجل الكرسي دائرية الشكل ونصف قطر نهاية كل منها  $5\text{ cm}$  فما الضغط الذي تؤثر به كل رجل من أرجل الكرسي على الأرض؟ ( $g = 9.8\text{ m/s}^2$ )

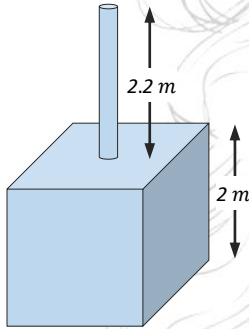
( $2.96 \times 10^6\text{ Pascal}$ )

.....

.....

.....

.....



2. في الشكل المقابل خزان ماء مكعب الشكل مثبت بسطحه العلوي أنبوبة مغلقة من أعلى مساحة مقطعها  $20\text{ cm}^2$  احسب القوة التي يؤثر بها الماء على:

(a) قاع الخزان.

(b) أي جانب رأسي للخزان.

(علفًا بأن:  $\rho_w = 10^3\text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.8\text{ m/s}^2$ )

( $1.65 \times 10^5\text{ N}$ ,  $1.25 \times 10^5\text{ N}$ )

.....

.....

.....

3. مكعب طول ضلعه  $5\text{ cm}$  ومتوازي مستطيلات من نفس المادة أبعاده  $2, 3, 5\text{ cm}$  بين كيف يوضع متوازي المستطيلات حتى يسبب ضغط يساوي الضغط الناتج عن المكعب على سطح ما. (يوضع على القاعدة  $2 \times 3\text{ cm}$ )

.....

.....

.....

.....

4. طبقة من الماء شملها  $50\text{ cm}$  تستقر فوق طبقة من الزئبق شملها  $20\text{ cm}$  ما الفرق في الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق والأخرى عند قاع طبقة الزئبق. ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

( $27200\text{ N/m}^2$ )

.....

.....

.....



5. أوجد الضغط الكلي وكذلك القوى الضاغطة الكلية المؤثرة على قاع حوض به ماء مالح كثافته  $1030 \text{ kg/m}^3$ , إذا كانت مساحة مقطع الحوض  $100 \text{ cm}^2$  وارتفاع الماء به واحد متر, وكان سطح الماء في الحوض معرضاً للهواء الجوي, وعجلة الجاذبية  $10 \text{ m/s}^2$  والضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ .  
 $(1.116 \times 10^5 \text{ N/m}^2 - 1.116 \times 10^4 \text{ N})$

6. إذا أثرت قوة  $15 \text{ N}$  على سطح مساحته  $2 \text{ cm}^2$  بحيث يصنع اتجاه القوة زاوية مقدارها  $30^\circ$  مع العمودي على السطح, احسب الضغط المؤثر على السطح.  
 $(65 \times 10^3 \text{ N/m}^2)$

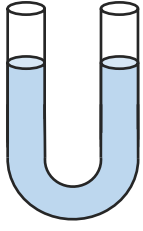
7. غواصة أفقية في أعماق البحر الضغط داخلها يعادل الضغط الجوي العادي عند مستوى سطح البحر, أوجد القوة المؤثرة على شباك من شبائك الغواصة نصف قطره  $21 \text{ cm}$  ومركزه على عمق  $50 \text{ m}$  من سطح البحر إذا علمت أن كثافة ماء البحر  $1030 \text{ kg/m}^3$ .  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .  
 $(69951.42 \text{ N} - 504700 \text{ N/m}^2)$

8. أثناء الإعصار يكون ضغط الهواء  $80 \text{ kpasal}$  حيث الضغط الجوي المعتاد  $100 \text{ kpasal}$  فإذا مرّ هذا الإعصار فجأة بمنزل الضغط داخله يساوي الضغط الجوي المعتاد:

- (a) ما سبب تدمير جدران المنزل؟  
 (b) احسب القوة المؤثرة على مساحة  $3 \text{ m} \times 12 \text{ m}$  من حائط المنزل  
 (c) هل يتم تدمير المنزل بطريقة أقل إذا كانت النوافذ والأبواب مفتوحة؟ ولماذا؟

## الأنبوبة ذات الشعبتين

الشكل: أنبوبة على شكل حرف U

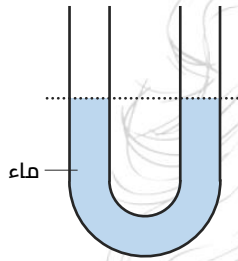


**فكرة العمل:** تساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوى أفقي واحد في باطن سائل ساكن متجانس.

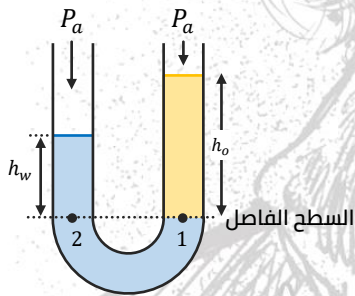
## الاستخدام:

- (1) المقارنة بين كثأتي سائلين.
- (2) تعيين كثافة سائل بمعلومية كثافة سائل آخر.
- (3) تعيين الكثافة النسبية لسائل.

## تجربة عملية لتعيين كثافة الزيت بمعلومية كثافة الماء باستخدام أنبوبة ذات شعبتين:



- (1) ثبت الأنبوبة ذات الشعبتين في وضع رأسي.
- (2) ضع كمية مناسبة من الماء في الأنبوبة ذات الشعبتين فيصبح ارتفاع الماء في الفرعين متساويًا.
- (3) صب الزيت ببطء في أحد الفرعين حتى يتكوّن سطح فاصل بينهما (السائلان لا يمتزجان).
- (4) عند الاتزان قم بقياس ارتفاع الماء  $h_w$  وارتفاع الزيت  $h_o$  فوق مستوى السطح الفاصل.
- (5) يمكن تعيين كثافة الزيت كالآتي:



الضغط عند النقطة (1) = الضغط عند النقطة (2) لأنهما في مستوى أفقي واحد

$$P_a + \rho_o g h_o = P_a + \rho_w g h_w$$

$$\rho_o h_o g = \rho_w h_w g$$

$$\rho_o h_o = \rho_w h_w$$

$$\frac{\rho_o}{\rho_w} = \frac{h_w}{h_o}$$

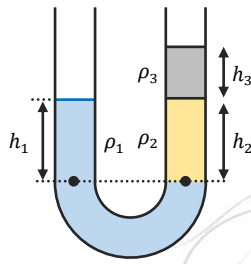
وبمعلومية كثافة الماء يمكن تعيين كثافة الزيت:

$$\rho = \frac{\rho_w h_w}{h_o}$$

## لاحظ

- (1) يتساوى ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطراهما لأن ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين يتوقف على قيمة الضغط عند مستوى أفقي معين في الفرعين ونظرًا لتساوي الضغط فلا بد أن يتساوى ارتفاع السائل في الأنبوبتين.
- (2) ارتفاع السائل في الأنبوبة ذات الشعبتين يتناسب عكسيًا مع كثافته.
- (3) نصف قطر الأنبوبة (أو مساحة مقطعها) لا يؤثر إطلاقًا على ارتفاع كل من السائلين في فرعي الأنبوبة.
- (4) حجم السائل المنخفض في أحد الفرعين = حجم السائل المرتفع في الفرع الآخر.
- (5) إذا كان السائلان يمتزجان يمكن الفصل بينهما بسائل ثالث لا يمتزج مع أي منهما.
- (6) إذا كان الاتزان بين:

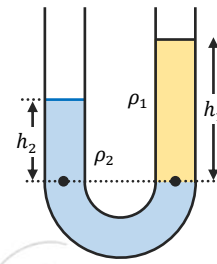
(ب) أكثر من سائلين



$$P_1 = P_2 + P_3$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3$$

(أ) سائلين



$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

(7) لإيجاد حجم سائل في أحد الفرعين نضرب ارتفاع السائل × مساحة مقطع الفرع.

(8) في حالة الأنبوبة غير منتظمة المقطع:

$$(V_{ol})_{\text{المرتفع}} = (V_{ol})_{\text{المنخفض}}$$

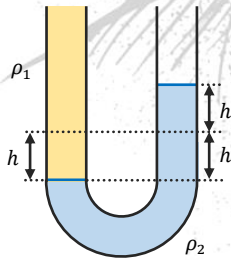
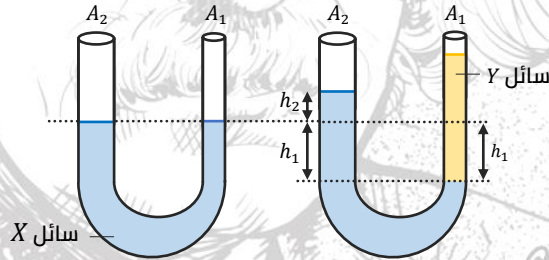
$$(Ah)_{\text{المرتفع}} = (Ah)_{\text{المنخفض}}$$

$$\text{فرق الارتفاع} = \frac{Ah_{\text{(المنخفض)}}}{A_{\text{(المرتفع)}}} + h_{\text{(المنخفض)}}$$

(9) عند وضع كمية من سائل X في أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع فرعها  $A_2$ , ثم صب كمية من سائل

Y في أحد فرعيها، ينخفض سطح السائل X في هذا الفرع بمقدار  $h_1$  ويرتفع في الفرع الآخر بمقدار  $h_2$  ويكون

دائمًا حجم السائل المزاج لأسفل في فرع الإضافة ( $A_1 h_1$ ) مساوي لحجم السائل المزاج لأعلى في الفرع الآخر ( $A_2 h_2$ ). ويكون ارتفاع السائل X فوق مستوى السطح الفاصل:  $h_X = h_1 + h_2$



(10) عند وضع الماء فقط في الأنبوبة ذا الشعبتين يكون مستوى سطح الماء في

فرعيها في مستوى أفقي واحد وعند صب زيت في أحد فرعيها فإن سطح الماء ينخفض في هذا الفرع بمقدار  $h$  ويرتفع في الفرع الآخر بمقدار  $h$  لنفس المقدار ( $h$ ) لأن حجم الماء المزاج لأسفل في فرع الإضافة يساوي حجم الماء المزاج لأعلى في الفرع الآخر وبالتالي يصبح ارتفاع الماء فوق مستوى السطح الفاصل  $2h$



## مسائل محلولة

(1) أنبوبة ذات فرعين منتظمة المقطع طول كل من فرعيها  $20\text{ cm}$  مملوءة بالماء إلى منتصفها، صب زيت في أحد الفرعين حتى حافته، احسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل إذا كانت كثافة الزيت  $800\text{ kg/m}^3$  وكثافة الماء  $1000\text{ kg/m}^3$

## الحل

عند صب الزيت في أحد الفرعين ينخفض سطح الماء في هذا الفرع بمقدار ( $L$ ) ويرتفع الماء في الفرع الآخر فوق العلاقة  $A$  بمقدار ( $L$ ) وذلك لانتظام مقطع الأنبوبة كما في الشكل الثاني:

$$\rho_w h_w = \rho_o h_o$$

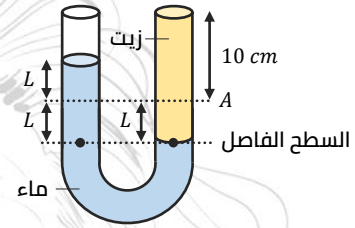
$$1000 \times 2L = 800 \times (10 + L) = 8000 + 800L$$

$$2000L - 800L = 8000$$

$$1200L = 8000$$

$$L = 8000 \div 1200 = 6.66\text{ cm}$$

$$13.3\text{ cm} = 2 \times 6.66 = 2L = \text{ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل}$$



\*\*\*\*\*

(2) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب بها كمية من الزئبق فكان ارتفاعه في الفرعين متساوي ثم صب في أحد فرعيها كمية من الماء فوصل ارتفاعه إلى  $25\text{ cm}$  احسب ارتفاع الكحول الذي يجب أن يصب في الفرع الآخر حتى يظل مستوى الزئبق في الفرعين متساوي علماً بأن الكثافة النسبية للماء والكحول على الترتيب هي 1, 0.78

## الحل

النقطتين  $A, B$  في مستوى أفقي واحد الضغط عند  $B =$  الضغط عند  $A$

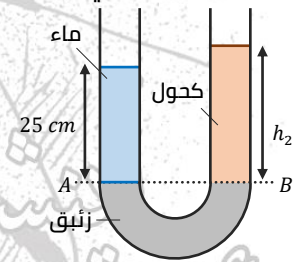
$$P_a + \rho g h = P_a + \rho g h$$

$$\rho_1 h_{1\text{ ماء}} = \rho_2 h_{2\text{ كحول}}$$

$$1000 \times 25 = 780 \times h_2$$

$$25000 = 780 \times h_2$$

$$h_2 = 25000 \div 780 = 32.05\text{ cm}$$



\*\*\*\*\*

(3) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها زيت كثافته  $900 \text{ kg/m}^3$  صب في أحد فرعيها ببطء كحول فانخفض سطح الزيت بمقدار  $6 \text{ cm}$ ، احسب كثافة الكحول إذا علمت أن ارتفاع عمود الكحول فوق السطح الفاصل  $13.5 \text{ cm}$  ثم احسب كتلته علماً بأن مساحة مقطع الأنبوبة  $2 \text{ cm}^2$ .

## الحل

$$\rho_1 h_{1\text{زيت}} = \rho_2 h_{2\text{كحول}}$$

$$900 \times 12 = \rho_2 \times 13.5$$

$$10800 = \rho_2 \times 13.5$$

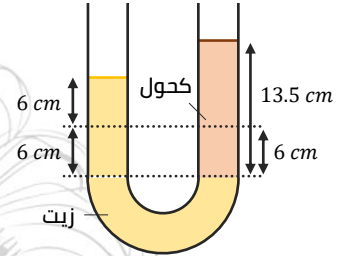
$$\rho_2 = 10800 \div 13.5 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \rho V, V = Ah$$

$$m = \rho Ah$$

$$= 800 \times 2 \times 10^{-4} \times 13.5 \times 10^{-2}$$

$$= 0.0216 \text{ kg}$$



\*\*\*\*\*

(4) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيهما  $2 \text{ cm}^2$ ,  $3.6 \text{ cm}^2$  صب فيها زئبق ثم صب ماء في الفرع المتسع فانخفض سطح الزئبق بمقدار  $0.5 \text{ cm}$  أوجد ارتفاع عمود الماء فوق السطح الفاصل علماً بأن كثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$

## الحل

$$\rho_1 h_{1\text{زئبق}} = \rho_2 h_{2\text{ماء}}$$

$$13600 \times (0.5 + L) = 1000 \times h_2$$

ويمكن حساب  $L$  كما يلي:

حجم الزئبق المنخفض في الفرع المتسع = حجم الزئبق المرتفع في

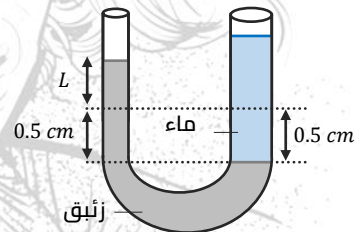
الفرع الضيق

$$2 \times L = 3.6 \times 0.5 = 1.8$$

$$L = 1.8 \div 2 = 0.9 \text{ cm}$$

$$3600 \times (0.5 + 0.9) = 1000 \times h_2 \text{ فإن: } L \text{ قيمة}$$

$$h_2 = 19.04 \text{ cm}$$

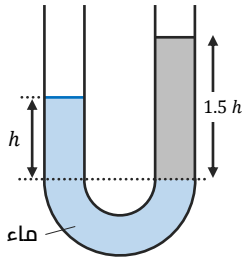


## اختبر نفسك

1. أنبوبة ذات شعبتين تحتوي على كمية من الزئبق كثافته  $13600 \text{ kg/m}^3$  صب في أحد فرعيها  $50 \text{ cm}$  ماء كثافته  $1000 \text{ kg/m}^3$  ثم صب في نفس الفرع فوق الماء  $50 \text{ cm}$  زيت كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$  احسب ارتفاع الزئبق في الفرع الآخر فوق مستوى السطح الفاصل وارتفاع الماء اللازم صبه فوق سطح الزئبق ليصبح مستوى سطح الزئبق في فرعي الأنبوبة متساوي.

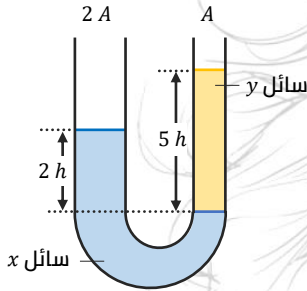
$$(6.617 \text{ cm}, 90 \text{ cm})$$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة



1. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين بها ماء وسائل آخر في حالة اتزان، فتكون الكثافة النسبية لهذا السائل .....

- (a)  $\frac{2}{3}$   
(b)  $\frac{1}{3}$   
(c)  $\frac{3}{2}$   
(d)  $\frac{4}{3}$

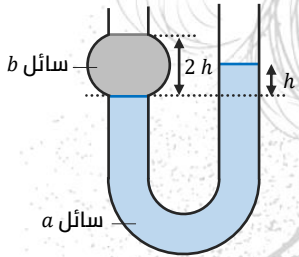


2. الشكل المقابل يوضح  $x, y$  في حالة اتزان داخل أنبوبة ذات شعبتين فتكون النسبة بين كثائتي السائلين  $\left(\frac{\rho_x}{\rho_y}\right)$  هي ....

- (a)  $\frac{1}{2}$   
(b)  $\frac{5}{2}$   
(c)  $\frac{2}{5}$   
(d)  $\frac{1}{5}$

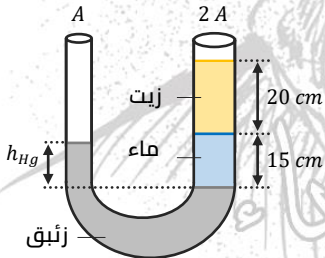
3. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع تحتوي على كمية من الماء، صب في أحد فرعيها كمية من زيت كثافته النسبية 0.8، فيكون فرق الارتفاع بين سطحي الزيت والماء .....

- (a) ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل  $\frac{1}{4}$   
(b) ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل  $\frac{1}{5}$   
(c) ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل  $\frac{1}{2}$   
(d) ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل  $\frac{2}{5}$



4. في الشكل المقابل تكون النسبة بين كثائتي السائلين  $\left(\frac{\rho_a}{\rho_b}\right)$  هي ...

- (a)  $\frac{1}{2}$   
(b)  $\frac{4}{1}$   
(c)  $\frac{1}{4}$   
(d)  $\frac{2}{1}$



5. في الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين بها ثلاثة سوائل متزنة فيكون ارتفاع الزئبق ( $h_{Hg}$ ) فوق السطح الفاصل بين الماء والزئبق يساوي تقريباً .....

علماً بأن:  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_o = 850 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg/m}^3$

- (a)  $\frac{1}{2}$   
(b)  $\frac{4}{1}$   
(c)  $\frac{1}{4}$   
(d)  $\frac{2}{1}$

6. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع طول كل فرع من فرعيها 20 cm وضعت رأسياً وملئت لمنتصفها

بالماء ثم صب في أحد فرعيها زيت حتى حافته، فإذا علمت أن كثافة الماء والزيت هي  $850 \text{ kg/m}^3$

على الترتيب، فإن ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل هو .....

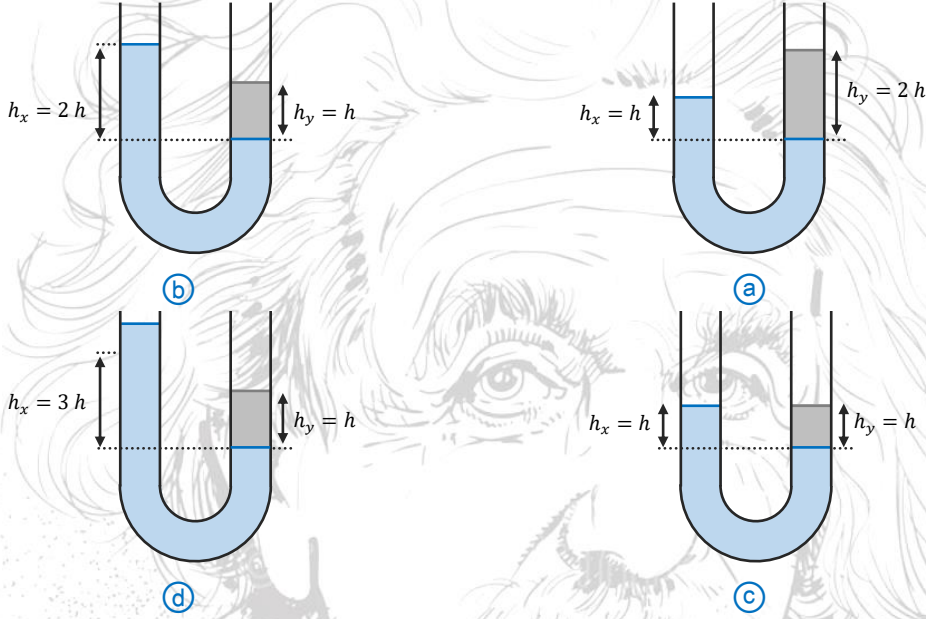
- (a) 12.96 cm  
(b) 14.54 cm  
(c) 16.67 cm  
(d) 17.2 cm



7. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها كمية من الزئبق صب في أحد فرعيها كمية من الجلسرين فإذا كان ارتفاع عمود الجلسرين فوق السطح الفاصل  $10 \text{ cm}$  ومساحة مقطع الأنبوبة  $5 \text{ cm}^2$  فإن كتلة الماء اللازم صبه في الفرع الآخر حتى يصبح سطحي الزئبق في الفرعين في مستوى أفقي واحد تساوي ....  
علماً بأن: كثافة الماء =  $1000 \text{ kg/m}^3$ , كثافة الجلسرين =  $1260 \text{ kg/m}^3$ , كثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$

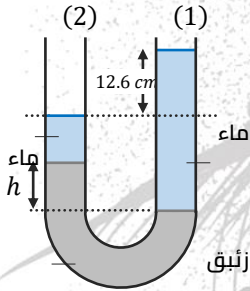
- 0.163 kg (d) 0.087 kg (c) 0.63 kg (b) 0.063 kg (a)

8. وضع سائلان لا يمتزجان  $x, y$  في أنبوبة ذات شعبتين فإذا كانت كثافة السائل  $x$  هي  $2\rho$  وكثافة السائل  $y$  هي  $\rho$ , أي من الاختيارات التالية يمثل وضع السائلين في الأنبوبة عند الاستقرار؟



9. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها كمية من الزئبق صبت كميتين مختلفتين من الماء في الفرعين فاتزنت السوائل كما بالشكل، فإن ارتفاع الزئبق فوق مستوى السطح الفاصل ( $h$ ) يساوي .....

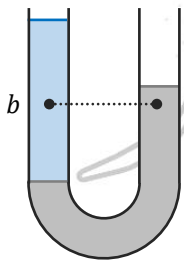
(علماً بأن:  $\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg/m}^3, \rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ )



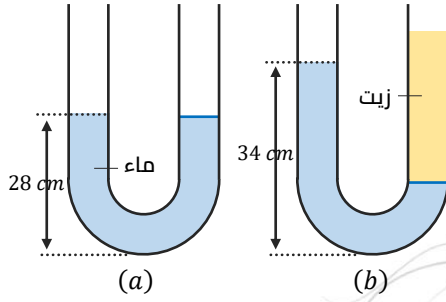
- 0.6 cm (b) 0.3 cm (a)  
1 cm (d) 0.75 cm (c)

10. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين بها سائلين في حالة اتزان

فيكون الضغط عند النقطة  $e$  ..... الضغط عند النقطة  $b$



- أقل من (b) أكبر من (a)  
يساوي (c) لا يمكن تحديد الإجابة (d)



11. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع تحتوي على كمية مناسبة من الماء ارتفاعها عن قاعدة الأنبوبة  $28\text{ cm}$  كما بالشكل (a) صب في أحد فرعيها كمية من الزيت حتى أصبح ارتفاع الماء في الفرع الآخر عن قاعدة الأنبوبة  $34\text{ cm}$  كما بالشكل (b) فيكون كل من: مقدار انخفاض الماء عن مستواه الأصلي بعد صب الزيت، وارتفاع عمود الزيت فوق السطح الفاصل ....

(اعتبر كثافة الزيت والماء  $800\text{ kg/m}^3$ ,  $1000\text{ kg/m}^3$ )

مقدار انخفاض الماء	طول عمود الزيت	
3 cm	15 cm	(a)
12 cm	7.5 cm	(b)
60 cm	15 cm	(c)
6 cm	7.5 cm	(d)

12. أنبوبة ذات شعبتين مساحة أحد فرعيها ضعف الآخر صب زيت في الفرع الضيق فانخفض سطح الماء بمقدار  $H$  يصبح طول عمود الماء في الفرع المتسع ..... من مستوى السطح الفاصل.

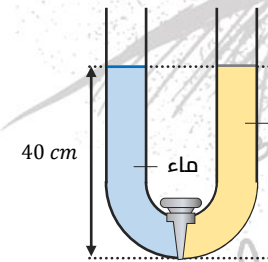
(a)  $0.5 H$  (b)  $1.5 H$  (c)  $2 H$  (d)  $3 H$

13. حجم السائل المنخفض في أحد الفرعين ..... حجم السائل المرتفع في الفرع الآخر.

(a) أكبر من (b) أقل من (c) يساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

14. عند تعيين الكثافة النسبية لسائلين يمتزجان مثل (الماء والكحول) يفصل بينهما بسائل آخر ثالث مثل ....

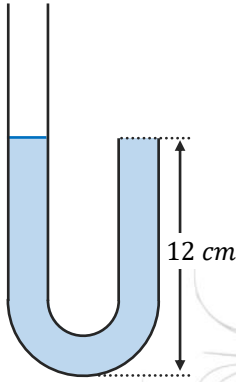
(a) اللبن (b) الكيروسين (c) الزئبق (d) لا توجد إجابة صحيحة



15. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها صمام  $T$  عند القاعدة، صب في أحد فرعيها ماء ( $\rho = 1\text{ g/cm}^3$ ) والآخر زيت ( $\rho = 0.8\text{ g/cm}^3$ ) وكان ارتفاع كل منهما عن قاعدة الأنبوبة  $40\text{ cm}$  عندما كان الصمام مغلق فإذا فتح الصمام فإن سطح الزيت .....

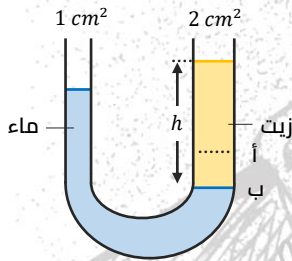
(a) يرتفع بمقدار  $8\text{ cm}$  (b) يرتفع بمقدار  $4\text{ cm}$  (c) ينخفض بمقدار  $8\text{ cm}$  (d) ينخفض بمقدار  $4\text{ cm}$

## ثانيًا: الأسئلة المقالية

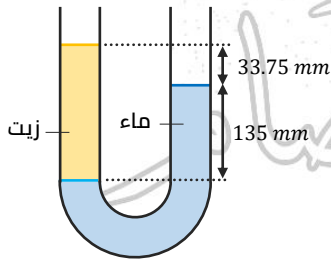


1. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع مساحة مقطوعها وطول  $2 \text{ cm}^2$  فرعها القصير  $12 \text{ cm}$  صب فيها ماء وعند الاتزان كان الماء عند حافة فرعها القصير، فإذا صب في فرعها الطويل سائل كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$  لا يمتزج بالماء حتى وصل ارتفاعه  $12 \text{ cm}$  فوق مستوى سطح الماء، احسب حجم الماء المنسكب نتيجة صب السائل (علماً بأن:  $\rho_w = 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

2. أنبوبة على شكل حرف U منتظمة المقطع ومساحة مقطوعها  $2 \text{ cm}^2$  بها كمية من الماء، صب  $9 \text{ cm}^3$  من الكيروسين في أحد فرعيها فأصبح فرق ارتفاع الماء في الفرعين  $3.6 \text{ cm}$  أوجد البنزين اللازم صبه في الفرع الآخر حتى يصبح مستوى سطح الماء في الفرعين في مستوى أفقي واحد. (علماً بأن: كثافة البنزين  $= 900 \text{ kg/m}^3$ ، كثافة الماء  $= 10^3 \text{ kg/m}^3$ )



3. في الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين بها ماء صب زيت في الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه من (أ) إلى (ب) بمقدار  $2.4 \text{ cm}$  احسب ارتفاع الزيت فوق مستوى السطح الفاصل وكتلته. (علماً بأن: الكثافة النسبية للزيت 0.8، كثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$ )



4. في الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع، احسب وزن عمود الزيت والماء من مستوى السطح الفاصل إذا علمت أن نصف قطر الأنبوبة  $1 \text{ cm}$  (علماً بأن:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho_w = 10^3 \text{ kg/m}^3$ )



5. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 في الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار  $1\text{ cm}$ ، **أوجد** ارتفاع عمود الزيت فوق مستوى السطح الفاصل.

---

---

---

---

6. أنبوبة ذات فرعين طول كل منهما  $40\text{ cm}$  مملوءة لمنتصفها بالماء، صب زيت في أحد الفرعين حتى حافظته **احسب** البعد بين السطح العلوي للماء وفوهة الأنبوبة.  
(علماً بأن كثافة الماء  $1000\text{ kg/m}^3$  وكثافة الزيت  $750\text{ kg/m}^3$ )

(8 cm)

---

---

---

---

7. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع على شكل حرف U فكان فرق الارتفاع بين سطحي الماء في الفرعين  $19\text{ cm}$ . **احسب** ارتفاع الزيت (كثافة الزيت  $800\text{ kg/m}^3$ ، كثافة الماء  $1000\text{ kg/m}^3$ )  
(23.75 cm)

---

---

---

---

8. أنبوبة ذات شعبتين نهاياتها مفتوحتان ومساحة مقطع كل من فرعيها  $2\text{ cm}^2$  طول كل من فرعيها  $33\text{ cm}$  تحتوي على زئبق ارتفاعه  $6.8\text{ cm}$  **أوجد** حجم أكبر كمية من الماء يمكن أن توضع في أحد فرعيها علماً بأن كثافة الماء والزئبق هما  $1\text{ g/cm}^3$ ،  $13.6\text{ g/cm}^3$

---

---

---

---

9. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ضعف الآخر وارتفاعه  $66\text{ cm}$  ملئت إلى منتصفها بالماء. فإذا أردنا أن نملأ فرعها المتسع بالزيت، **فما** ارتفاع الزيت اللازم لذلك علماً بأن كثافة الزيت  $800\text{ kg/m}^3$ ، كثافة الماء  $1000\text{ kg/m}^3$

(23.75 cm)

---

---

---

---

10 صب زئبق في ذات شعبتين رأسية المقطع ثم صب ماء في أحد الفرعين وكحول في الفرع الآخر حتى عاد سطح الزئبق في الفرعين في مستوى أفقي واحد فإذا كان الفرق في الارتفاع بين عمود الماء والكحول  $2 \text{ cm}$  فاحسب ارتفاع هذين العمودين علمًا بأن الكثافة النسبية للماء = 1, والكثافة النسبية للكحول = 0.8 والكثافة النسبية للزئبق = 13.6

(8 cm, 10 cm)

.....

.....

.....

.....

.....

### مسائل متنوعة

1. أنبوبة على هيئة حرف U مساحة مقطع فرعها الضيق  $1 \text{ cm}^2$  ومساحة مقطع فرعها الواسع  $2 \text{ cm}^2$  ملئت جزئيًا بالماء (كثافته  $1000 \text{ kg/m}^3$ ) ثم صب فيها كمية من الزيت (كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$ ) من الفرع الضيق أصبح طول عمود الزيت  $5 \text{ cm}$ , احسب ارتفاع سطح الماء فوق السطح الفاصل بين الماء والزيت.

(4 cm)

2. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعها  $2 \text{ cm}^2$  بها ماء صب في أحد فرعها  $9 \text{ cm}^2$  من الكيروسين فكان فرق الارتفاع بين سطحي الماء في الفرعين  $3.6 \text{ cm}$ , احسب حجم البنزين الذي يصب في الفرع الآخر حتى يعود سطحي الماء في الفرعين إلى مستوى أفقي واحد حيث كثافة البنزين  $900 \text{ kg/m}^3$

(8 cm<sup>3</sup>)

3. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعها ثلاثة أمثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 في الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار  $1 \text{ cm}$ , أوجد ارتفاع عمود الزيت.

(5 cm)

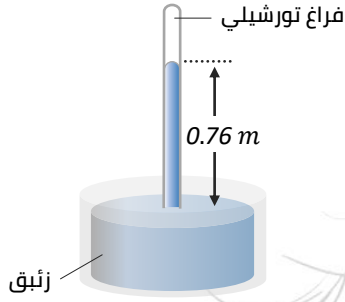
4. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ارتفاعها  $28 \text{ cm}$  صب في أحد الفرعين ماء حتى أصبح ارتفاعه  $17 \text{ cm}$  ثم صب زيت حتى امتلأ هذا الفرع تمامًا, احسب مقدار التغير في ارتفاع عمود الماء في الفرع الآخر علمًا بأن كثافة الزيت  $900 \text{ kg/m}^3$

(9 cm)

## الضغط الجوي

الضغط الجوي عند نقطة:

- هو ضغط الهواء الجوي مقاسًا عند تلك النقطة.
- يقدر بوزن عمود الهواء الذي مساحة مقطعه هي وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه هو البعد العمودي من تلك النقطة إلى قمة الغلاف الجوي.
- لقياس الضغط الجوي عمليًا اخترع العالم تورشيلي البارومتر الزئبقي.



## البارومتر الزئبقي (بارومتر تورشيلي)

التركيب:

- (1) أنبوبة زجاجية طولها حوالي متر منتظمة المقطع مفتوحة من أحد طرفيها.
- (2) حوض حجمه مناسب.
- (3) كمية من الزئبق.

خطوات القياس:

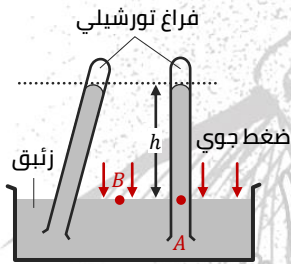
- (1) توضع كمية مناسبة من الزئبق في الحوض.
- (2) تملأ الأنبوبة تمامًا بالزئبق.
- (3) تنكس الأنبوبة رأسياً في الحوض.

## الملاحظة

ينخفض سطح الزئبق في الأنبوبة حتى يصبح الارتفاع الرأسي لعمود الزئبق فوق مستوى سطح الزئبق بالحوض  $0.76 \text{ m}$  تقريبًا سواء كانت الأنبوبة في وضع رأسي أو مائل ويصبح الحيز الموجود فوق الزئبق مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق الذي يمكن إهمال ضغطه ويسمى هذا الفراغ (فراغ تورشيلي).

فكرة العمل:

إذا أخذنا النقطتين  $A, B$  في مستوى أفقي واحد، بحيث تكون النقطة  $A$  خارج الأنبوبة عند سطح الزئبق في الحوض والنقطة  $B$  داخلها فإن:  
الضغط عند  $B$  = الضغط عند  $A$



$$P_a = \rho gh + 0$$

$$P_a = \rho gh$$

( $\rho$  كثافة الزئبق،  $h$  ارتفاع عمود الزئبق،  $g$  عجلة الجاذبية)

هو الحيز الموجود فوق سطح الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقي ويكون مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق.	فراغ تورشيلي
هو الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه $0.76 \text{ m}$ ومساحة مقطعه $1 \text{ m}^2$ عند درجة صفر سيلزيوس.	الضغط الجوي
هو ضغط الهواء الجوي مقاسًا عند سطح البحر وعند درجة حرارة صفر سيلزيوس ويكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه $0.76 \text{ m}$ ومساحة مقطعه $1 \text{ m}^2$ عند درجة صفر سيلزيوس عند سطح البحر.	الضغط الجوي المعتاد



## العوامل التي يتوقف عليها الضغط الجوي

- (1) الارتفاع عن سطح البحر (علاقة عكسية):  
يقل الضغط الجوي كلما اتجهنا رأسياً لأعلى فوق مستوى سطح البحر بسبب نقص ارتفاع عمود الهواء المسبب للضغط.
- (2) كثافة الهواء الجوي (علاقة طردية): يزداد الضغط الجوي بزيادة كثافة الهواء.
- (3) درجة الحرارة (علاقة عكسية): يقل الضغط الجوي بزيادة درجة الحرارة.
- (4) عجلة الجاذبية الأرضية (علاقة طردية): يكون تأثيرها غير ملحوظ إلا من الارتفاعات الكبيرة.

## استخدامات البارومتر الزئبقي

## (1) قياس الضغط الجوي:

بما أن:

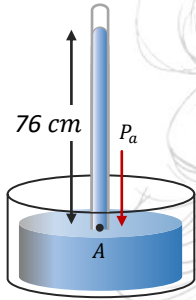
الضغط الجوي عند النقطة (A) = الضغط الجوي  $(P_a) = \rho gh$ 

ونظرًا لأن:

- كثافة الزئبق  $(\rho)$  عند  $0^\circ\text{C}$  تساوي  $13595 \text{ kg/m}^3$
- عجلة الجاذبية الأرضية  $(g)$  تساوي  $9.81 \text{ m/s}^2$
- ارتفاع الزئبق في الأنبوبة البارومترية  $(h)$  يساوي  $0.76 \text{ m}$

وبالتالي فإن:

$$P_a = \rho gh = 13595 \times 9.81 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$



## (2) تعيين ارتفاع جبل أو مبنى:

- يقل الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن سطح البحر فالضغط الجوي عند قمة جبل يكون أقل من الضغط الجوي عند قاعدة الجبل ويكون:

النقص في الضغط الجوي = النقص في ضغط الزئبق

بالبارومتر

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \text{ هواء زئبق}$$

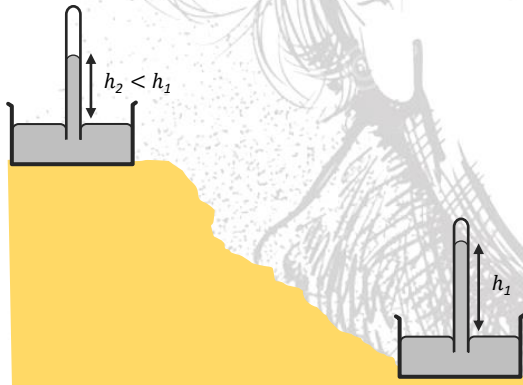
حيث:

 $h_1$ : الفرق بين قراءة البارومتر عند قاعدة الجبل وعند قمة

الجبل.

 $h_2$ : طول عمود الهواء المحصور بين قاعدة الجبل وقمة الجبل.

- في مسائل إيجاد ارتفاع مبنى (أو تعيين قراءة بارومتر):



## وحدات قياس الضغط الجوي

يمكن قياس الضغط الجوي بعدة وحدات منها:

الضغط الجوي يساوي	الوحدة	
$1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2, 1.013 \times 10^5 \text{ Pascal}$	$\text{N/m}^2 = \text{باسكال (Pascal)}$	(1)
$1.013 \text{ Bar}$	$10^5 \text{ Pascal} = 10^5 \text{ N/m}^2 = (\text{Bar})$ بار	(2)
$1.013 \text{ Bar} = 760 \text{ Torr} = 760 \text{ mm Hg} = 76 \text{ cm Hg}$	$1 \text{ mm زئبق (Torr)} = 1 \text{ تور}$	(3)

وحدة ضغوط جو ( $atm$ ) هي عدد مرات احتواء الضغط على الضغط الجوي.معدل الضغط ودرجة الحرارة ( $S, T, P$ ): يكون فيه الضغط  $0.76 \text{ mHg}$ , درجة الحرارة  $0^\circ\text{C}$ .

$$\begin{aligned}
 1 \text{ atm} &= 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pascal} \\
 &= 1.013 \text{ Bar} \\
 &= 760 \text{ Torr} = 760 \text{ mm Hg} \\
 &= 76 \text{ cm Hg} \\
 &= 0.76 \text{ m Hg}
 \end{aligned}$$

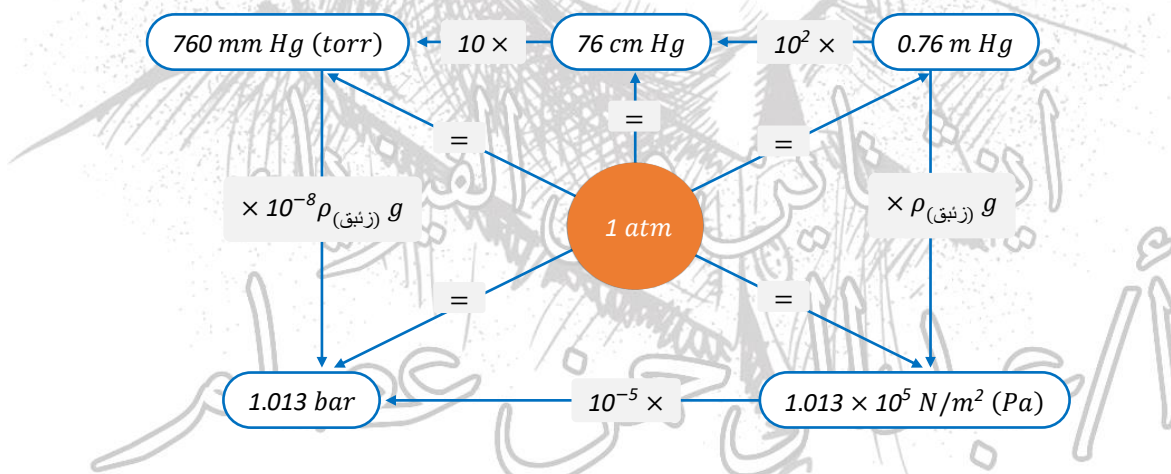
وللتحويل بين وحدات قياس الضغط الجوي:

الضغط بالوحدة المطلوبة =  $\frac{\text{المقدار المطلوب تحويله} \times \text{الضغط الجوي بالوحدة المطلوبة}}{\text{الضغط الجوي بالوحدة المحول منها}}$

**مثال:** إذا كان الضغط الجوي عند نقطة ما  $80 \text{ cmHg}$ , فإنه يمكن حساب قيمة هذا الضغط بالوحدة  $\text{N/m}^2$  كالتالي:

$$P = \frac{80 \times 1.013 \times 10^5}{76} = 1.066 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

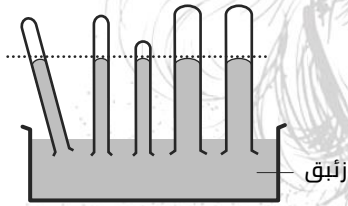
## مخطط التحويل بين وحدات قياس الضغط الجوي



## لاحظ

- (1) لا يشعر الإنسان بالضغط الجوي يختلف الضغط الجوي باختلاف الارتفاع عن سطح البحر: بسبب التوازن بين ضغط السوائل والغازات الموجودة داخل جسم الإنسان مع الضغط الجوي.
- (2) يحدث نزيف من الأنف والأطراف عادةً عند التواجد في ارتفاعات عالية جدًا: لأن الضغط الجوي يقل كلما ارتفعنا لأعلى فيكون ضغط الدم داخل الشرايين أعلى كثيرًا من ضغط الهواء فيؤدي إلى انفجار شعيرات الدم الطرفية ضعيفة الجدران.
- (3) يفضل استخدام الزئبق كمادة بارومترية لأنه يتميز بالآتي:
  - كثافة كبيرة: فيكون ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة أقل من 1 m فيسهل قياسه.
  - البخار الناتج منه كميته صغير جدًا: فيمكن إهمال ضغطه في درجات الحرارة العادية.
  - لا يلتصق بالزجاج.

- (4) لا يصلح استخدام الماء كمادة بارومترية لأن:
  - كثافته صغيرة نسبيًا: فيكون ارتفاع الماء داخل الأنبوبة أكبر من 10 m (حوالي 10.3 m) فيصعب قياسه.
  - يتبخر في درجات الحرارة العادية: فلا يمكن إهمال ضغطه.
  - يلتصق بالزجاج.



- (5) لا يتأثر ارتفاع الزئبق داخل البارومتر بـ:
  - طول الأنبوبة بشرط ألا يكون الارتفاع الرأسي للأنبوبة فوق مستوى السطح الخالص للزئبق في الحوض أقل من قيمة الضغط الجوي بوحدة  $cm\ Hg$ .
  - طول الجزء المغمور من الأنبوبة تحت سطح الزئبق.
  - مساحة مقطع الأنبوبة.
  - حجم فراغ تورشيلي.

## السبب:

لأن  $(P_a = \rho gh)$  فيتوقف ارتفاع الزئبق على كثافة السائل والضغط وعجلة الجاذبية في مكان التجربة ولا يتوقف على مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية.

- (6) يختفي فراغ تورشيلي في الأنبوبة البارومترية لأحد الأسباب الآتية:

- طول الأنبوبة أقل من 76 cm
- الأنبوبة مائلة بحيث يكون الارتفاع الرأسي للزئبق أقل من 76 cm
- كثافة السائل المستخدم في البارومتر أقل من كثافة الزئبق.
- البارومتر موجود في قاع منجم.

- (7) عند نقل البارومتر إلى قمة جبل: يزداد فراغ تورشيلي لنقص قيمة الضغط الجوي ويقل طول عمود الزئبق.

- (8) قراءة البارومتر عند قمة جبل أقل من قراءته عند سطح الأرض: لأن الضغط يقل كلما اقتربنا من قمة الغلاف الجوي لنقص وزن عمود الهواء المسبب للضغط.



(9) عند ثقب الأنبوبة البارومترية:

يهبط الزئبق ليصبح في مستوى أفقي مع الزئبق في الحوض.

## ملاحظات لحل مسائل المباني والبارومتر

(1) نوجد الضغط عند الطابق السفلي  $P_{a\text{سفلي}}$  بـ  $N/m^2$ بمعلومية قراءة البارومتر عنده وليكن  $(h_1)$  من العلاقة:  $P_1 = \rho g h_1$ (2) نوجد الضغط عند الطابق العلوي  $P_{a\text{علوي}}$  بـ  $N/m^2$ بمعلومية قراءة البارومتر عنده وليكن  $(h_2)$  من العلاقة:  $P_2 = \rho g h_2$ (3) ضغط عمود الهواء بين الطابقين = فرق الضغط بين الطابقين بـ  $N/m^2$ 

$$P_{a\text{سفلي}} - P_{a\text{علوي}} = (\rho g h)_{\text{هواء}}$$

$$\rho g h_1 - \rho g h_2 = (\rho g h)_{\text{هواء}}$$

**حيث:**  $h_{\text{هواء}}$  هو ارتفاع الطابق العلوي أو المبنى أو ارتفاع الهواء بين الطابقين،  $\rho$  كثافة الهواء.

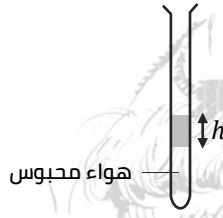
## ملاحظات لحل مسائل الأنبوبة الشعرية

عند وضع خيط زئبق في أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بحيث يحبس حجم معين من الهواء فإذا كانت الأنبوبة:

(3) رأسية وفوهتها لأسفل

(2) رأسية وفوهتها لأعلى

(1) أفقية



## مسائل محلولة

(1) إذا كان الضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 N/m^2$  فما طول بارومتر زئبقي يقرأ هذا الضغط علمًا بأن كثافة الماء  $1000 kg/m^3$  وعجلة الجاذبية  $9.8 m/s^2$

## الحل

$$P_a = \rho g h$$

$$h = P_a \div \rho g = 1.013 \times 10^5 \div (1000 \times 9.8) = 10.6 m$$

\*\*\*\*\*

(2) بارومتر يقرأ  $76 \text{ cm Hg}$  عند أسفل مبنى، عند أعلى نقطة في المبنى، احسب ارتفاع هذا المبنى علماً بأن كثافة الهواء  $1.25 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$

الحل

$$(h_1 = 76 - 74.8 = 1.2 \text{ cm Hg}) \text{ (الفرق بين قراءتي البارومتر)}$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$13600 \times 1.2 \times 10^{-2} = 1.25 \times h_2$$

$$h_2 = 130.56 \text{ m}$$

\*\*\*\*\*

(3) ما قراءة بارومتر زئبقي عند الطابق العلوي لمبنى ارتفاعه  $100 \text{ m}$  إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضي  $74 \text{ cm Hg}$  ومتوسط كثافة الهواء  $1.25 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$

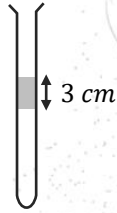
الحل

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$13600 \times (0.74 - h) = 1.25 \times 100 = 125$$

$$h = 0.74 - (125 \div 13600) = 0.73081 \text{ m Hg} = 73.08 \text{ cm Hg}$$

\*\*\*\*\*



(4) الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعيرية منتظمة المقطع تحتوي على خيط يحبس كمية من الهواء احسب ضغط الهواء المحبوس داخل الأنبوبة (علماً بأن الضغط الجوي  $76 \text{ cm Hg}$ )

الحل

$$P = P_a + h$$

$$= 76 + 3$$

$$= 79 \text{ cm Hg}$$

المانومتر

التركيب:

أنبوبة زجاجية ذات شعبتين منتظمة المقطع إحدى شعبتيها أطول من الشعبة الأخرى تحتوي على كمية مناسبة من سائل كثافته معلومة مثل الماء أو الزئبق.

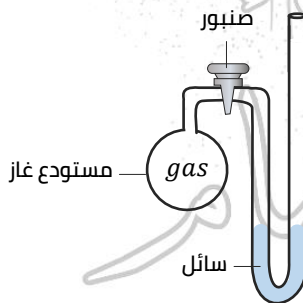
الأنواع:

(1) مانومتر مائي: يكون السائل المستخدم فيه هو الماء ويستخدم لقياس فرق ضغط صغير.

(2) مانومتر زئبقي: يكون السائل المستخدم فيه هو الزئبق ويستخدم لقياس فرق ضغط كبير.

فكرة العمل:

تساوي الضغط عند جميع النقاط الواقعة في مستوى أفقي واحد في باطن سائل ساكن متجانس.



## الاستخدام:

(1) قياس ضغط غاز محبوس داخل إناء.

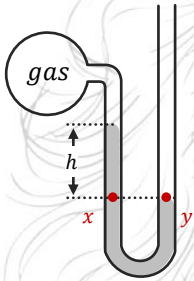
(2) قياس الفرق بين ضغط غاز محبوس والضغط الجوي.

## كيفية الاستخدام:

توصل إحدى شعبتي الأنبوبة (الفرع القصير) بمستودع الغاز المراد تعيين ضغطه والشعبة الأخرى (الفرع الطويل) تكون معرّضة للهواء الجوي.

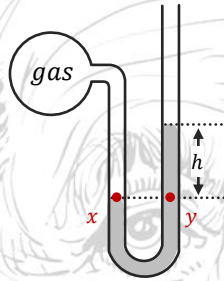
## إذا كان سطح السائل في الفرع الخالص

أدنى من سطح السائل  
في الفرع المتصل بالمستودع



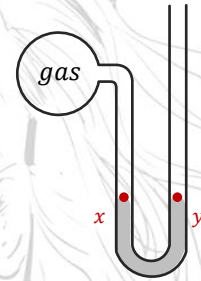
$$\begin{aligned} P_x &= P_y \\ P_{gas} + \rho gh &= P_a \\ P_{gas} &= P_a - \rho gh \\ P_{gas} &< P_a \\ \Delta P &= P_{gas} - P_a \\ \Delta P &= -\rho gh \end{aligned}$$

أعلى من سطح السائل  
في الفرع المتصل بالمستودع



$$\begin{aligned} P_x &= P_y \\ P_{gas} &= P_a + \rho gh \\ P_{gas} &> P_a \\ \Delta P &= P_{gas} - P_a \\ \Delta P &= \rho gh \end{aligned}$$

في نفس مستوى سطح السائل  
في الفرع المتصل بالمستودع



$$\begin{aligned} P_x &= P_y \\ P_{gas} &= P_a \\ \Delta P &= P_{gas} - P_a \\ \Delta P &= 0 \end{aligned}$$

## إذا كان السائل المستخدم هو الزئبق ووحدة قياس الضغط الجوي cm Hg فإن

$$\begin{aligned} P_{gas} &= P_a - h \\ \Delta P &= P_{gas} - P_a \\ \Delta P &= -h (cm Hg) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{gas} &= P_a + h \\ \Delta P &= P_{gas} - P_a \\ \Delta P &= +h (cm Hg) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{gas} &= P_a \\ \Delta P &= P_{gas} - P_a \\ \Delta P &= 0 \end{aligned}$$

## لاحظ

(1) يفضل استخدام المانومتر المائي لقياس فرق ضغط صغير:  
لأن الكثافة تتناسب عكسياً مع ارتفاع السائل وبما أن كثافة الماء صغيرة نسبياً فيصبح الفرق بين ارتفاعي سطحي الماء في فرعي المانومتر واضحاً (كبير نسبياً) وبالتالي يسهل قياسه وتقل نسبة الخطأ عند القياس.

(2) يفضل استخدام المانومتر الزئبقي لقياس فرق ضغط كبير:



لأن الكثافة تتناسب عكسيًا مع ارتفاع السائل وبما أن كثافة الزئبق كبيرة فيصبح الفرق بين ارتفاعي سطحي الزئبق صغيرًا فلا يندفع الزئبق إلى خارج الأنبوبة أو إلى داخل المستودع.

(3) يحفظ الزئبق في أواني سميكة الجدران:

لأن كثافته كبيرة فيكون ضغطه على جدران الإناء الحاوي له كبير لذا يجب أن تكون تلك الجدران سميكة حتى تتحمل الضغط الكبير.

(4) تزداد قراءة المانومتر عند الصعود لأعلى:

لأنه عند الصعود لأعلى يقل الضغط الجوي بينما يظل ضغط الغاز كما هو فيزداد فرق الغاز بين ضغط الغاز والضغط الجوي وبالتالي تزداد القراءة.

#### ملاحظات لحل مسائل المانومتر

(1) عند حساب ضغط الغاز بوحدة  $(N/m^2)$  نستخدم القوانين التالية:  $P = P_a + \rho gh$  أو  $P = P_a - \rho gh$  حيث  $P_a$  بوحدة  $(N/m^2)$ ،  $h$  بوحدة  $(m)$

(2) عند حساب ضغط الغاز بوحدة  $(cm Hg)$  نستخدم القوانين التالية:  $P = P_a + h$  أو  $P = P_a - h$  حيث  $P_a$  بوحدة  $(cm Hg)$ ،  $h$  بوحدة  $(cm)$

(3) إذا كان فرق الارتفاع بين سطحي السائل في الفرعين  $(+h)$  معنى ذلك أن ضغط الغاز المحبوس في الإناء أكبر من الضغط الجوي ونستخدم القوانين التالية:  $P = P_a + \rho gh$  أو  $P = P_a + h$

(4) إذا كان فرق الارتفاع بين سطحي السائل في الفرعين  $(-h)$  معنى ذلك أن ضغط الغاز المحبوس في الإناء أقل من الضغط الجوي ونستخدم القوانين التالية:  $P = P_a - \rho gh$  أو  $P = P_a - h$

#### مسائل محلولة

(1) استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز محبوس داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص أعلى من سطحه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار  $36 cm$  احسب قيمة الضغط المحبوس بوحدة:  $(N/m^2 - atm - cm Hg)$

#### الحل

$$P = P_a + h = 76 + 36 = 112 cm Hg$$

$$P = 112 \div 76 = 1.474 atm$$

$$P = 1.474 \times 1.013 \times 10^5 = 1.493 \times 10^5 N/m^2$$

(2) مانومتر يحتوي على زئبق يتصل بمستودع به غاز فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحي الزئبق في الفرعين  $25 cm$  فاحسب فرق الضغط وكذلك الضغط المطلق للهواء مقدراً بـ  $N/m^2$  علماً بأن ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوي،  $g = 9.8 m/s^2$ ،  $1.013 \times 10^5 N/m^2 = P_a$ ،  $13600 kg/m^3 = \rho$  زئبق

#### الحل

$$\Delta P = \rho gh = 13600 \times 9.8 \times 0.25 = 0.3332 \times 10^5 N/m^2$$

$$P = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 0.3332 = 1.3462 \times 10^5 N/m^2$$

(3) احسب الضغط الناشئ عن غاز توصيله بمانومتر بوحدات  $bar, cmHg$  إذا كان سطح الزئبق في الفرع الخالص منخفض عن الفرع المتصل بالمستودع بمقدار  $15\text{ cm}$

## الحل

$$P = P_a - h = 76 - 15 = 61\text{ cm Hg}$$

$$P = \frac{61 \times 1.013}{76} = 0.813\text{ bar}$$

## تطبيقات على الضغط

## (1) قياس ضغط الدم:

- الدم سائل لزج يضخ الدم من خلال نظام معقد من الشرايين بواسطة عضلة القلب.
- عادةً ما ينساب الدم خلال الجسم انسياباً هادئاً، فإذا كان مضطرباً فإنه يكون مصحوباً بضجيج ويعتبر هذا الشخص مريضاً، ومن السهل الإحساس بهذا الضجيج عند قياس ضغط الدم.
- توجد قيمتان لضغط الدم عند الشخص السليم هما الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي، إذا تغيرت قيمة إحداهما يدل ذلك على أن الشخص مريض.

الضغط الانقباضي	الضغط الانبساطي
هو أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان ويحدث عندما تنقبض عضلة القلب ويساوي $120\text{ torr}$ للإنسان السليم.	هو أقل قيمة لضغط الدم بالشريان ويحدث عندما تنبسط عضلة القلب ويساوي $80\text{ torr}$ للإنسان السليم.

## (2) قياس ضغط الهواء داخل إطار السيارة:

عند ملء إطار السيارة بالهواء:

## (2) تحت ضغط منخفض (غير مناسب)

تكون مساحة التماس مع الطريق أكبر ما يمكن وبالتالي يزداد الاحتكاك وتزداد سخونة الإطار ويقل العمر الافتراضي للإطار.



## (1) تحت ضغط عال (مناسب)

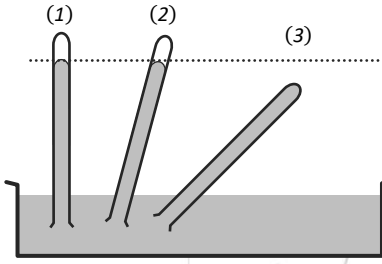
تكون مساحة التماس مع الطريق أقل ما يمكن وبالتالي يقل الاحتكاك وتقل سخونة الإطار وزيادة العمر الافتراضي للإطار.



من الخطورة قيادة السيارة والإطار ممتلئ بالهواء تحت ضغط منخفض:

لأنه عندما يكون الضغط منخفض تزداد مساحة التماس بين الإطار والطريق فتزداد قوى الاحتكاك ويسخن الإطار.

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة



1. ثلاثة أنابيب باورومترية ملئت بالزئبق ثم نكست في حوض به زئبق كما بالشكل، فإن الأنبوبة التي يكون فيها ارتفاع عمود الزئبق غير ممثل لقيمة الضغط الجوي هي .....

- (1) (a) (2) (b) (3), (2) (d) (3) (c)

2. يؤدي ..... إلى نقص ارتفاع الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقي.

- (a) زيادة مساحة مقطع الأنبوبة (b) نقل البارومتر إلى قمة جبل مرتفع (c) زيادة الزئبق في الحوض (d) استخدام أنبوبة أكثر طولاً

3. بارومتران زئبقيان متجاوران  $x$ ,  $y$  مساحة مقطع الأنبوبة فيهما  $1 \text{ cm}^2$ ,  $2 \text{ cm}^2$  على الترتيب، فإن نسبة ارتفاع عمود الزئبق في أنبوبة البارومتر  $x$  فوق مستوى سطح الزئبق في الحوض إلى ارتفاع عمود الزئبق في أنبوبة البارومتر  $y$  فوق مستوى سطح الزئبق في الحوض هي .....

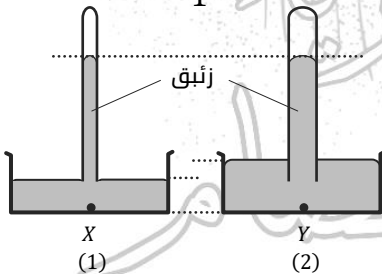
- (a)  $\frac{1}{2}$  (b)  $\frac{1}{4}$  (c)  $\frac{4}{1}$  (d)  $\frac{1}{1}$

4. وجود كمية صغيرة من الهواء في الفراغ الموجودة فوق سطح الزئبق الموجود داخل أنبوبة في انخفاض مستوى سطح الزئبق داخل الأنبوبة، لأن .....

- (a) جزيئات الهواء تقوم بتبريد الزئبق فينكمش (b) جزيئات الهواء تقوم بتسخين الزئبق فيتمدد (c) جزيئات الهواء تقلل من الضغط المؤثر على سطح الزئبق في الأنبوبة (d) جزيئات الهواء تزيد من الضغط المؤثر على سطح الزئبق في الأنبوبة

5. بارومتر زئبقي طول الأنبوبة البارومترية فوق مستوى سطح الزئبق في الحوض  $1 \text{ m}$  تم استخدامه لقياس الضغط الجوي عند قاعدة جبل فكان  $76 \text{ cm Hg}$  وعند قمة جبل فكان الفرق بين الضغط الجوي عند قاعدة الجبل وعند قمته  $4 \text{ cm Hg}$ ، فإن نسبة طول فراغ تورشيلي عند قاعدة الجبل إلى طول فراغ تورشيلي عند قمة الجبل .....

- (a)  $\frac{6}{7}$  (b)  $\frac{7}{6}$  (c)  $\frac{4}{1}$  (d)  $\frac{1}{1}$



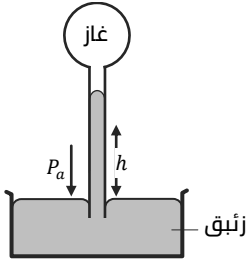
6. الشكل المقابل يوضح بارومتريين زئبقيين بحيث يعين البارومتر

(1) الضغط الجوي في أحد الأيام، ويعين البارومتر (2) الضغط

الجوي في اليوم التالي، أي الاختيارات التالية صحيح؟

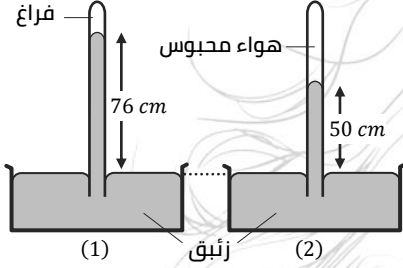
- (a) الضغط عند النقطة  $x$  أقل من عند النقطة  $y$  (b) الضغط عند النقطة  $x$  أكبر منه عند النقطة  $y$  (c) الضغط الجوي في اليوم الأول أكبر من الضغط الجوي في اليوم الثاني (d) الضغط الجوي متساوي في اليومين





7. في الشكل المقابل إذا كان فرق الضغط بين ضغط الغاز داخل المستودع والضغط الجوي  $40 \text{ cm Hg}$ , فيكون ارتفاع عمود الزئبق ( $h$ ) هو .....  
(علماً بأن:  $P_a = 76 \text{ cm Hg}$ )

- (a)  $36 \text{ cm}$  (b)  $40 \text{ cm}$   
(c)  $116 \text{ cm}$  (d)  $156 \text{ cm}$



8. مستعيناً بالشكل المقابل يكون ضغط الهواء المحبوس في البارومتر (2) هو .....

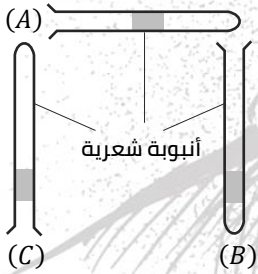
- (a)  $127 \text{ cm Hg}$  (b)  $76 \text{ cm Hg}$   
(c)  $50 \text{ cm Hg}$  (d)  $26 \text{ cm Hg}$

9. يبلغ الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر  $76 \text{ cm Hg}$ , فإذا كان ضغط الهواء يقل بمقدار  $10 \text{ mm Hg}$  كلما ارتفعنا  $120 \text{ m}$  تقريباً من مستوى سطح البحر, فإن ارتفاع قمة تل يقرأ البارومتر الزئبقي عندها  $70 \text{ cm Hg}$  هو .....

- (a)  $520 \text{ m}$  (b)  $580 \text{ m}$  (c)  $720 \text{ m}$  (d)  $800 \text{ m}$

10. تحلق طائرة على ارتفاع  $3400 \text{ m}$  من سطح الأرض فإذا كان متوسط كثافة الهواء خلال هذا الارتفاع  $1.3 \text{ kg/m}^3$  وكثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$  والضغط الجوي عند سطح البحر  $76 \text{ cm Hg}$ , فإن الضغط الجوي خارج الطائرة عند ذلك الارتفاع يساوي ....

- (a)  $40.2 \text{ cm Hg}$  (b)  $43.5 \text{ cm Hg}$  (c)  $50.2 \text{ cm Hg}$  (d)  $52.5 \text{ cm Hg}$



11. الشكل المقابل يوضح ثلاثة أوضاع مختلفة  $A, B, C$  لأنبوبة شعيرية تحتوي على شريط من الزئبق طوله  $2 \text{ cm}$  يحبس كمية من الهواء الجاف داخل الأنبوبة, فإذا علمت أن الضغط الجوي  $76 \text{ cm Hg}$  فإن ضغط الهواء المحبوس في الأوضاع الثلاثة  $A, B, C$  يساوي .....

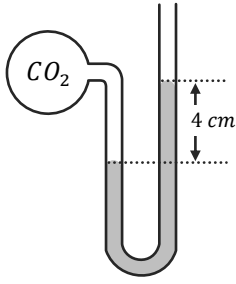
	C	B	A	
(a)	$78 \text{ cm Hg}$	$76 \text{ cm Hg}$	$74 \text{ cm Hg}$	
(b)	$78 \text{ cm Hg}$	$74 \text{ cm Hg}$	$76 \text{ cm Hg}$	
(c)	$74 \text{ cm Hg}$	$78 \text{ cm Hg}$	$76 \text{ cm Hg}$	
(d)	$76 \text{ cm Hg}$	$74 \text{ cm Hg}$	$78 \text{ cm Hg}$	

12. إذا كان فرق الضغط بين ضغط الهواء داخل إطار سيارة والضغط الجوي  $1.5 \text{ atm}$ , فإن ضغط الهواء داخل الإطار يساوي ....

- (a)  $1.5 \text{ atm}$  (b)  $2 \text{ atm}$  (c)  $2.5 \text{ atm}$  (d)  $3.5 \text{ atm}$

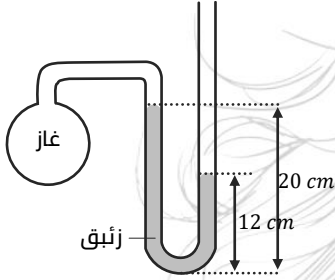
13. نسبة الضغط الانقباضي إلى الضغط الانبساطي في الإنسان السليم ....

- (a)  $\frac{2}{3}$  (b)  $\frac{3}{2}$  (c)  $\frac{1}{2}$  (d)  $\frac{1}{1}$



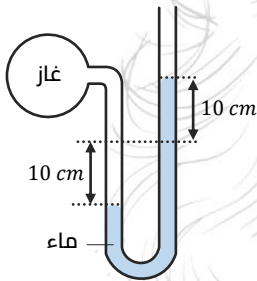
14. الشكل المقابل يوضح مانومتر زئبقي متصل بمستودع غازي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون، فيكون الضغط داخل المستودع ....  
(علفًا بان:  $P_a = 76 \text{ cm Hg}$ )

(a) 8 torr (b) 80 torr  
(c) 800 torr (d) 8000 torr



15. من الشكل المقابل إذا علمت أن الضغط الجوي  $76 \text{ cm Hg}$  فإن ضغط الغاز داخل المستودع يساوي ....

(a) 56 cm Hg (b) 68 cm Hg  
(c) 84 cm Hg (d) 96 cm Hg

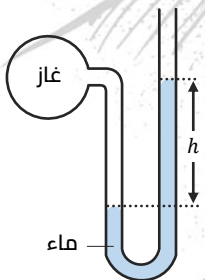


16. الشكل المقابل يوضح مانومتر مائي يستخدم لقياس ضغط غاز داخل مستودع، فإن ضغط الغاز يكون مساوي لضغط عمود من الماء طوله ...

(a) 10 cm (b) 20 cm  
(c) 10 cm بالإضافة إلى قيمة الضغط الجوي  
(d) 20 cm بالإضافة إلى قيمة الضغط الجوي

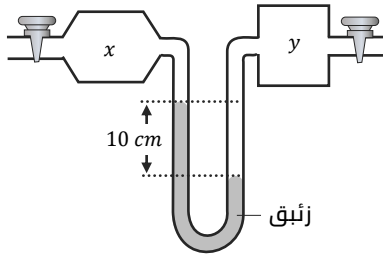
17. مانومتر زئبقي ضغط الغاز المحبوس به أكبر من الضغط الجوي، فإذا ارتفعنا بالمانومتر لأعلى مبنى ...

(a) يزداد ضغط الغاز المحبوس  
(b) يزداد الفرق بين ارتفاعي سطحي الزئبق في الفرعين  
(c) يقل الفرق بين ارتفاعي سطحي الزئبق في الفرعين  
(d) لا يتغير الفرق بين ارتفاعي سطحي الزئبق في الفرعين



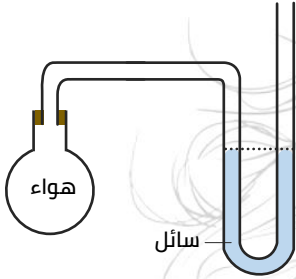
18. استخدام مانومتر مائي لقياس ضغط غاز داخل مستودع كما هو موضح بالشكل فإذا استخدم الزئبق بدلًا من الماء ....

(a) تزداد قيمة h  
(b) تقل قيمة h  
(c) يجب استخدام أنبوبة مساحة مقطعها أقل  
(d) يجب استخدام أنبوبة مساحة مقطعها أكبر



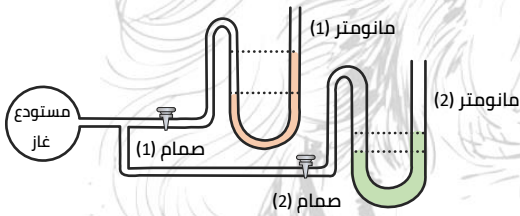
19. في الشكل المقابل إذا كان ضغط الغاز في المستودع (x) يساوي  $76 \text{ cm Hg}$  فإن ضغط الغاز في المستودع (y) يساوي .....

- (a)  $66 \text{ cm Hg}$  (b)  $76 \text{ cm Hg}$   
(c)  $86 \text{ cm Hg}$  (d)  $96 \text{ cm Hg}$



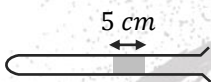
20. الشكل المقابل يوضح دورق زجاجي به هواء متصل بأنبوبة على شكل حرف U منتظمة المقطع تحتوي على سائل كثافته  $\rho$ ، عند تسخين الهواء الموجود داخل الدورق يرتفع مستوى سطح السائل داخل الفرع الخالص للأنبوبة بمقدار  $h$ ، فيكون مقدار الزيادة في ضغط الهواء بعد تسخينه هو .....

- (a)  $h\rho$  (b)  $0.5 h\rho g$   
(c)  $h\rho g$  (d)  $2 h\rho g$



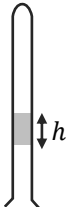
21. الشكل الذي أمامك يبين مانومتريين متصلين بمستودع غاز، إذا كان المانومتريان يختلفان في نصف قطر أنبوبة كل منهما ويحتويان على سائلين مختلفين، أي من الأسباب الآتية يرجع إليه اختلاف الفرق في ارتفاع السائل في المانومتريين؟

- (a) نصف قطر أنبوبة المانومتر (1) أقل من نصف قطر أنبوبة المانومتر (2)  
(b) كثافة السائل في المانومتر (1) أكبر من كثافة السائل في المانومتر (2)  
(c) كثافة السائل في المانومتر (1) أقل من كثافة السائل في المانومتر (2)  
(d) الصمام (1) أعلى من الصمام (2)



22. الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعيرية تحتوي على خيط زئبق يحبس كمية من الهواء تحت ضغط  $75 \text{ cm Hg}$  فإذا وضعت الأنبوبة رأسياً وفوهاً لها لأعلى، يصبح ضغط الهواء المحبوس .....

- (a)  $70 \text{ cm Hg}$  (b)  $75 \text{ cm Hg}$   
(c)  $80 \text{ cm Hg}$  (d)  $81 \text{ cm Hg}$



23. الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعيرية منتظمة المقطع تحتوي على خيط زئبق يحبس كمية من الهواء ضغطاً  $68 \text{ cm Hg}$  فيكون طول خيط الزئبق ( $h$ ) هو .....

(علماً بأن: الضغط الجوي =  $75 \text{ cm Hg}$ )

- (a)  $5 \text{ cm}$  (b)  $7 \text{ cm}$   
(c)  $9 \text{ cm}$  (d)  $10 \text{ cm}$



24. بارومتر زئبقي قراءته  $75 \text{ cm Hg}$  فعند صب كمية إضافية من الزئبق في الحوض حتى ارتفع منسوب سطح الزئبق في الحوض بمقدار  $2 \text{ cm}$  والأنبوبة مثبتة جيدًا فإن ارتفاع الزئبق في الأنبوبة يكون عند القراءة .....

- (a)  $75 \text{ cm Hg}$  (b)  $77 \text{ cm Hg}$  (c)  $73 \text{ cm Hg}$  (d)  $100 \text{ cm Hg}$

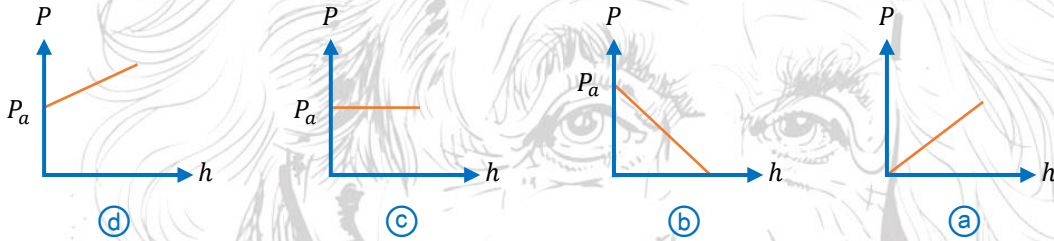
25. في بارومتر تورشيلي سيقل الفرق في الارتفاع بين سطحي الزئبق داخل وخارج البارومتر عندما .....

- (a) ترتفع درجة الحرارة (b) ينتقل لقمة جبل مرتفع  
(c) تستخدم أنبوبة متسعة (d) ينتقل لسفح الجبل

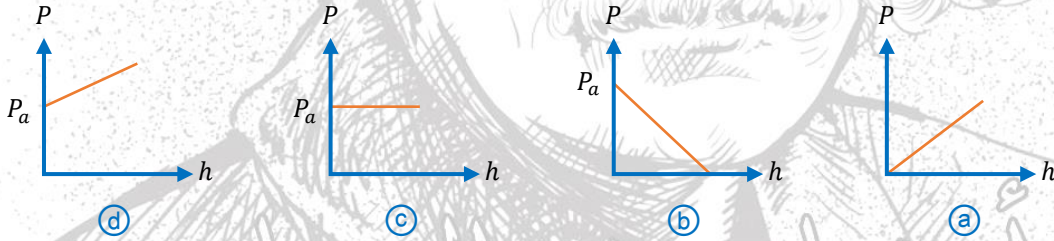
26. أنبوبة بارومترية مساحة مقطعها  $1 \text{ cm}^2$  ارتفاع الزئبق بها  $75 \text{ cm}$  فإذا استبدلت بأخرى مساحة مقطعها  $2 \text{ cm}^2$  فإن ارتفاع الزئبق بها ....

- (a)  $37.5 \text{ cm}$  (b)  $75 \text{ cm}$  (c)  $150 \text{ cm}$  (d)  $300 \text{ cm}$

27. أي العلاقات التالية تعني أن سطح الزئبق في الفرع الخالص في المانومتر أعلى من السطح المتصل بالمستودع؟



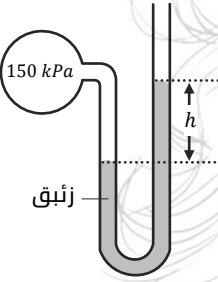
28. أي العلاقات التالية تعني أن سطح الزئبق في الفرع الخالص في المانومتر أدنى من السطح المتصل بالمستودع؟



## أسئلة مقالية

1. بفرض أن إعصار يسبب انخفاض الضغط الجوي بنسبة 15% من الضغط الجوي المعتاد، احسب مقدار القوة المحصلة التي تؤثر على باب منزل طوله 195 cm وعرضه 91 cm نتيجة تأثيره بالإعصار، وفي أي اتجاه تؤثر القوة؟ (علماً بأن:  $P_a = 10^5 \text{ N/m}^2$ )

(اتجاه القوة من داخل المنزل لخارجه،  $2.66 \times 10^4 \text{ N}$ )

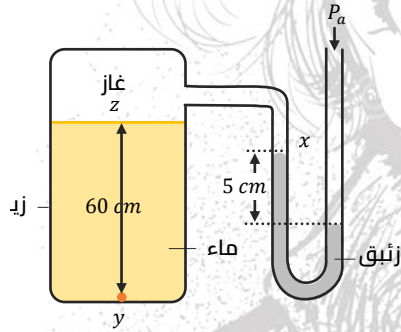


2. في الشكل المقابل احسب الارتفاع  $h$  إذا كان الضغط الجوي يساوي

$$150 \text{ kPa}$$

$$\rho_{\text{زئبق}} = 13600 \text{ kg/m}^3, g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$(0.375 \text{ m})$$



3. من الشكل المقابل إذا كان الضغط الكلي عند النقطة  $y$  يساوي

$$99.928 \times 10^3 \text{ N/m}^2$$

$$\text{علماً بأن: الكثافة النسبية للزيت } 0.8, \text{ كثافة الماء } 1000 \text{ kg/m}^3$$

(a) قيمة الضغط عند النقطة  $x$

(b) قيمة الضغط الجوي  $P_a$

$$\text{علماً بأن: } \rho_{\text{زئبق}} = 13600 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{زيت}} = 900 \text{ kg/m}^3, g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$(9.46 \times 10^4 \text{ N/m}^2, 1.013 \times 10^4 \text{ N/m}^2)$$

4. استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص منخفضاً عن سطحه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 20 cm ما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدة بار، علماً بأن:

$$g = 10 \text{ m/s}^2, \rho_{\text{زئبق}} = 13600 \text{ kg/m}^3, 10^5 \text{ Pascal} = P_a$$

$$(0.7464 \text{ bar})$$

5. مطلوب لإطار سيارة فرق ضغط قدره  $3.039 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  فإذا كان الضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  فأوجد الضغط داخل إطار السيارة بوحدات الضغط الجوي.

(4 atm)

.....

.....

.....

6. إذا كان فرق ضغط المياه عند الطابق الأرضي يبلغ 3.4 ضغط جوي فما أقصى ارتفاع يمكن أن تصل إليه المياه في المبنى ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

(20.67 m)

.....

.....

.....

7. أنبوبة تغذي منزلاً بالماء والضغط عند الطابق الأرضي 5 bar وعند الطابق الرابع 3.2 bar, احسب ارتفاع الطابق الرابع عن الأرض.

(18.367 m)

.....

.....

.....

8. يحمل رجل بارومتر زئبقي قراءته عند الطابق الأرضي 76 cm Hg وعند الطابق العلوي 74.14 cm Hg فإذا كان ارتفاع المبنى 200 m فاحسب متوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين إذا علمت أن كثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$ , وعجلة الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$

(1.258 kg/m<sup>3</sup>)

.....

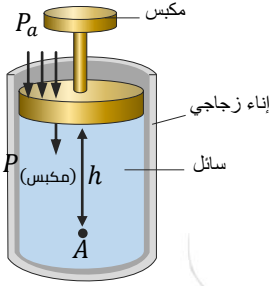
.....

.....

أحبك إلى حق عصام



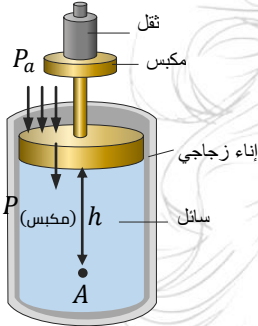
## قاعدة باسكال



- عند وضع سائل في إناء زجاج مزود بمكبس أعلاه فإن الضغط عند النقطة A التي تقع في باطن السائل على عمق h يكون.

$$P = P_a + P_{(مكبس)} + \rho gh$$

حيث:  $P_a$  الضغط الجوي،  $P_{(مكبس)}$  الضغط الناشئ عن وزن المكبس،  $(\rho gh)$  ضغط عمود السائل فوق النقطة A



- عند وضع ثقل إضافي على المكبس فإن:
- (1) المكبس لا يتحرك إلى أسفل (للاخل) لعدم قابلية السائل للانضغاط.
- (2) الضغط يزداد بمقدار  $\Delta P$  ويصبح الضغط عند النقطة A:

$$P = P_a + P_{(مكبس)} + \rho gh + \Delta P$$

- إذا تم زيادة الضغط إلى حد معين فإن الإناء الزجاجي ينكسر.
- بذلك يتضح أن الضغط المؤثر على المكبس انتقل بتمامه إلى كل نقطة في السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء.
- قام العالم الفرنسي باسكال بصياغة هذه النتيجة كما يلي:

قاعدة (مبدأ) باسكال: عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء.

## لاحظ

- (1) عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل: لأن السوائل غير قابلة للانضغاط كذلك أي زيادة في الضغط على سائل تجعل جزيئات السائل تدفع بعضها البعض بقوة فينتقل الضغط إلى جميع أجزاء السائل.
- (2) تخضع السوائل لقاعدة باسكال: لأن السوائل غير قابلة للانضغاط فينتقل خلالها الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل.
- (3) لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات: لأن الغازات قابلة للانضغاط لوجود مسافات بينية كبيرة نسبياً بين جزيئات الغاز فلا ينتقل الضغط خلالها بتمامه.

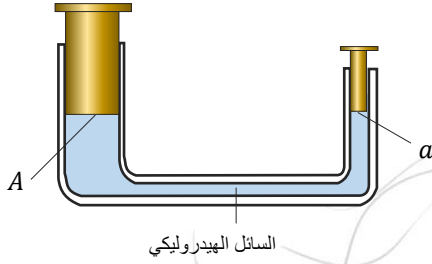
## قاعدة باسكال

توجد عدة تطبيقات تعتمد على قاعدة باسكال منها:

- (1) المكبس الهيدروليكي.
- (2) الفرامل الهيدروليكية للسيارة.
- (3) كرسي طبيب الأسنان.
- (4) مكبس رفع السيارات في محطات الخدمة.

## المكبس الهيدروليكي

التركيب:



أنبوبة موصلة بمكبسين أحدهما صغير مساحة مقطعه  $a$  والآخر كبير مساحة مقطعه  $A$  ويملأ الحيز بينهما بسائل مناسب (سائل هيدروليكي) كما بالشكل.

الاستخدام: توليد قوة كبيرة (رفع أثقال كبيرة) باستخدام قوى صغيرة.

فكرة العمل: قاعدة باسكال

طريقة العمل:

(1) عندما يكون المكبسان في مستوى أفقي واحد، إذا أثرتنا بقوة  $f$  على المكبس الصغير فإن:

$$P_1 = \frac{f}{a} \quad (\text{الضغط على المكبس الصغير})$$

(2) ينتقل هذا الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل وإلى السطح السفلي للمكبس الكبير فتتولد قوة  $F$  على المكبس الكبير تعمل على تحريكه لأعلى ويكون:

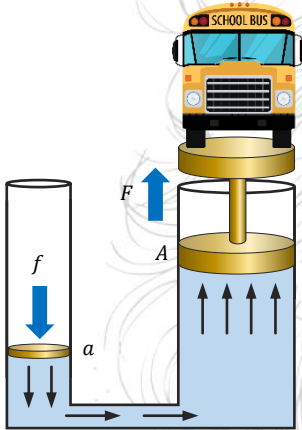
$$P_2 = \frac{F}{A} \quad (\text{الضغط على المكبس الكبير})$$

(3) عند الاتزان في مستوى أفقي واحد يكون:

الضغط المؤثر على المكبس الصغير = الضغط المؤثر على المكبس الكبير

$$\therefore P_1 = P_2 \rightarrow \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

أي أنه: عندما تؤثر قوة  $f$  على المكبس الصغير تتولد على المكبس الكبير قوة أكبر  $F$



## الفائدة الميكانيكية (الآلية) للمكبس الهيدروليكي

■ إذا تحرك المكبس الصغير لأسفل مسافة  $y_1$  تحت تأثير  $f$  فإن المكبس الكبير يتحرك لأعلى مسافة  $y_2$  تحت تأثير  $F$  فيكون:

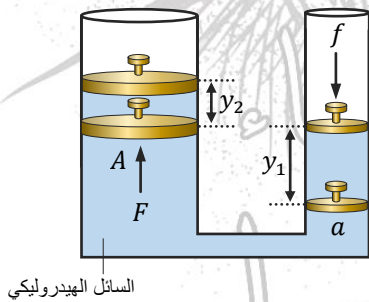
$$W_1 = f y_1, W_2 = F y_2$$

■ تبعاً لقانون بقاء الطاقة يكون:

الشغل المبذول على المكبس الصغير = الشغل الناتج عند المكبس الكبير

$$f y_1 = F y_2$$

$$\frac{F}{f} = \frac{y_1}{y_2}$$



## الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي:

(1) هي النسبة بين مساحة مقطع المكبس الكبير إلى مساحة مقطع المكبس الصغير.

(2) هي النسبة بين القوة المتولدة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير.

(3) هي النسبة بين المسافة التي يتحركها المكبس الصغير إلى المسافة التي يتحركها المكبس الكبير.

$$\frac{\text{القوة الضاغطة الكلية على المكبس الكبير } (F)}{\text{مساحة المكبس الكبير } (A)} = \frac{\text{القوة الضاغطة الكلية على المكبس الصغير } (f)}{\text{مساحة المكبس الصغير } (a)}$$

$$= \frac{\text{المسافة التي يتحركها المكبس الصغير } (y_1)}{\text{المسافة التي يتحركها المكبس الكبير } (y_2)}$$

الفائدة الآلية  
للمكبس

$$\therefore \eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{M}{m} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{D^2}{d^2} = \frac{v_1}{v_2}$$

حيث:

$M$  الكتلة الموضوعة على المكبس الكبير،  $m$  الكتلة الموضوعة على المكبس الصغير.  
 $R$  نصف قطر المكبس الكبير،  $r$  نصف قطر المكبس الصغير.  
 $D$  قطر المكبس الكبير،  $d$  قطر المكبس الصغير.  
 $v_1$  السرعة التي يتحرك بها المكبس الكبير،  $v_2$  السرعة التي يتحرك بها المكبس الصغير.

لاحظ

- (1) في المكبس الهيدروليكي تكون الفائدة الآلية دائماً أكبر من الواحد الصحيح: لأن القوة الناتجة عند المكبس الكبير دائماً أكبر من القوة المؤثرة على المكبس الصغير.
- (2) الفائدة الآلية ليس لها وحدة قياس: لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع (لهما نفس وحدة القياس).

كفاءة المكبس الهيدروليكي:

هي النسبة بين الشغل الناتج عند المكبس والشغل المبذول على المكبس الصغير.

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الشغل المبذول عند المكبس الكبير } Fy_2}{\text{الشغل المبذول على المكبس الصغير } fy_1}$$

لاحظ

- (1) لا يستخدم المكبس الهيدروليكي في زيادة الطاقة: لأنه حسب قانون بقاء الطاقة يكون الشغل المبذول على المكبس الصغير يساوي الشغل المبذول عند المكبس الكبير.
- (2) لا تصل كفاءة أي مكبس هيدروليكي إلى 100%: لوجود قوى احتكاك بين المكبسين وجدار الأنبوبة بالإضافة إلى وجود فقاعات غازية في السائل الهيدروليكي تستهلك شغلاً في تقليل حجمها.
- (3) يراعى أن يكون الزيت في المكبس الهيدروليكي خالياً من الفقاعات: حتى ينتقل الضغط بتمامه ولا يستنفذ جزء من هذا الضغط في إنقاص حجم الفقاعات الغازية لأن الغاز قابل للانضغاط.

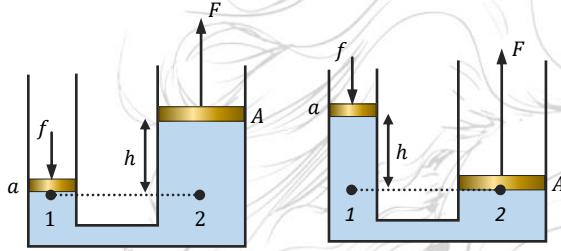


(4) لا يُفضل استخدام الماء في المكبس الهيدروليكي:

لأن الماء مذاب به هواء والهواء قابل للانضغاط فيستهلك جزء من الشغل لضغط الهواء فلا ينتقل الضغط بتمامه إلى المكبس الكبير فتقل الفائدة الآلية.

### حالات المكبس الهيدروليكي عند الاتزان

#### المكبسان في مستويين مختلفين



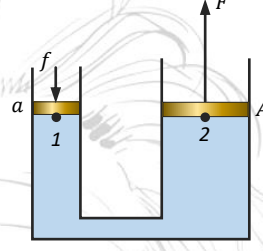
$$P_1 = P_2$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} + \rho gh$$

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho gh$$

#### المكبسان في نفس المستوى الأفقي



$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

### لاحظ

- (1) لا يطبق القانون  $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$  إلا إذا كان المكبس في مستوى أفقي واحد.
- (2) كل من القوتين المؤثرتين على المكبس تقدر بالنيوتن وكل منهما = الكتلة × عجلة الجاذبية الأرضية.

$$f = m \times g, \quad F = M \times g$$

- (3) المكبس الهيدروليكي ينقل الضغط بتمامه فقط ولا يزيده ولا ينقصه.
- (4) عندما ينخفض المكبس الصغير الذي مساحة مقطعه ( $a$ ) بتأثير قوة ( $f$ ) مسافة ( $y_1$ ) فإن المكبس الكبير الذي مساحة مقطعه ( $A$ ) بتأثير قوة ( $F$ ) مسافة ( $y_2$ ) ويكون:

حجم السائل المنتقل من المكبس الصغير = حجم السائل المنتقل إلى المكبس الكبير

$$Ay_2 = ay_1$$

- (5) يستطيع المكبس الهيدروليكي أن يرفع أثقال كبيرة باستخدام قوة صغيرة عند المكبس الصغير: لأن الضغط على المكبسين متساوي وحيث أن مساحة المكبس الكبير أكبر من مساحة المكبس الصغير تكون القوة الناتجة عن المكبس الكبير أكبر من القوة المؤثرة على المكبس الصغير، وبالتالي يستخدم المكبس الهيدروليكي كمكبر للقوة.

- (6) الضغط على المكبس الكبير = الضغط على المكبس الصغير.

أي أن: النسبة بين الضغط الواقع على كل من المكبس الكبير والصغير = 1

- (7) الشغل على المكبس الكبير = الشغل على المكبس الصغير.

أي أن: النسبة بين الشغل المبذول على كل من المكبس الكبير والصغير = 1

(8) زمن حركة المكبس الكبير = زمن حركة المكبس الصغير.

(9) القوة على المكبس الكبير < القوة على المكبس الصغير.

(10) سرعة حركة المكبس الكبير > سرعة حركة المكبس الصغير.

(11) إزاحة المكبس الكبير > إزاحة المكبس الصغير.

### مسائل محلولة

(1) إذا كانت النسبة بين قطري المكبيين في المكبس المائي هي 2 : 9 فكم تكون النسبة بين القوتين المؤثرتين على المكبيين؟

#### الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{(9 \div 2)^2}{(2 \div 2)^2} = \frac{81}{4}$$

\*\*\*\*\*

(2) المكبان الصغير والكبير في مكبس هيدروليكي قطراهما 2 cm, 24 cm على الترتيب، احسب القوة المؤثرة على المكبس الصغير لتولد قوة على المكبس الكبير 2000 N وكذلك الفائدة الآلية للمكبس.

#### الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

$$f = \frac{Fa}{A} = \frac{F \pi r^2}{\pi R^2} = \frac{F r^2}{R^2} = \frac{2000 \times (1 \times 10^{-2})^2}{(12 \times 10^{-2})^2} = 13.9 \text{ N}$$

$$\eta = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{(12 \times 10^{-2})^2}{(1 \times 10^{-2})^2} = 144$$

\*\*\*\*\*

(3) في محطة غسيل السيارات كان قطر أنبوبة الهواء المضغوط في آلة ترفع الهيدروليكي 2 cm وقطر المكبس الكبير 32 cm احسب قوة ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها 1800 kg, 10 m/s<sup>2</sup> g

#### الحل

$$P = \frac{F}{A} = \frac{Mg}{\pi R^2} = \frac{1800 \times 10 \times 7}{22 \times (16)^2 \times 10^{-4}} = 2.237 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

\*\*\*\*\*

- (4) مكبس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير  $2\text{ cm}$  وتؤثر عليه قوة قدرها  $200\text{ N}$  وقطر مكبسه الكبير  $24\text{ cm}$  احسب  
 (أ) أكبر كتلة يمكن رفعها بالمكبس الكبير.  
 (ب) الفائدة الآلية للمكبس.  
 (ج) الضغط الواقع على المكبس الكبير والصغير.

$$(\pi = 3.14, g = 10\text{ m/s})$$

الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

$$\frac{M \times g}{f} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} \rightarrow \frac{M \times 10}{200} = \frac{(12)^2}{(1)^2}$$

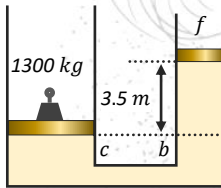
$$M = 2880\text{ kg}$$

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{2880 \times 10}{200} = 144$$

طبقاً لمبدأ باسكان فإن الضغط الواقع على المكبس الكبير = الضغط الواقع على المكبس الصغير.

$$P = \frac{f}{a} = \frac{f}{\pi r^2} = \frac{200}{3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2} = 6.369 \times 10^5\text{ N/m}^2$$

\*\*\*\*\*



- (5) في الشكل الموضح بالرسم إذا كانت كتلة المكبس الكبير  $1300\text{ kg}$  ومساحة مقطعه  $0.2\text{ m}^2$  ومساحة مقطع المكبس الصغير  $30\text{ cm}^2$  وكتلته مهملة، كثافة الزيت المملوء به المكبس  $780\text{ kg/m}^3$  احسب قيمة القوة  $F$  اللازمة لحدوث الاتزان ( $g = 9.8\text{ m/s}$ )

الحل

الضغط عند  $c$  = الضغط عند  $b$

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho gh$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} - \rho gh$$

$$f = \left( \frac{F}{A} - \rho gh \right) a$$

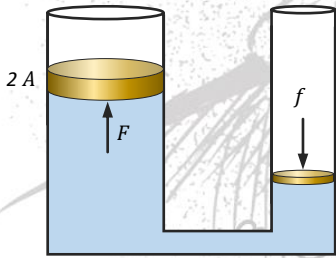
$$= \left( \frac{1300 \times 9.8}{0.2} - 780 \times 9.8 \times 3.5 \right) \times 30 \times 10^{-4}$$

$$= 110838\text{ N}$$



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. تنطبق قاعدة باسكال على .....  
 (a) السوائل فقط (b) الغازات فقط (c) المواد الصلبة فقط (d) السوائل والغازات
2. في الروافع الهيدروليكية التي تعتمد على مبدأ باسكال يتم مضاعفة .....  
 (a) الضغط (b) الشغل المبذول (c) القوة (d) السرعة
3. مكبس هيدروليكي النسبة بين نصفي قطري مكبيه  $\frac{8}{3}$  فتكون النسبة بين الشغل الناتج عند المكبس الكبير والشغل المبذول على المكبس الصغير في المكبس الهيدروليكي المثالي .....  
 (a)  $\frac{8}{3}$  (b)  $\frac{3}{8}$  (c)  $\frac{1}{1}$  (d)  $\frac{64}{9}$
4. في المكبس الهيدروليكي النسبة بين القوة الناتجة عند المكبس الكبير والقوة المؤثر على المكبس الصغير عند اتزان المكبيين في مستوى أفقي واحد .....  
 (a) أكبر من الواحد الصحيح (b) أقل من الواحد الصحيح (c) تساوي الواحد الصحيح (d) لا يمكن تحديد الإجابة
5. في المكبس الهيدروليكي تكون النسبة بين إزاحة المكبس الصغير وإزاحة المكبس الكبير .....  
 (a) أكبر من الواحد الصحيح (b) أصغر من الواحد الصحيح (c) تساوي الواحد الصحيح (d) لا يمكن تحديد الإجابة
6. إذا كانت مساحة مقطع المكبس الكبير ضعف مساحة مقطع المكبس الصغير فعند اتزان المكبس الهيدروليكي تكون نسبة حجم السائل المزاح لأسفل في أسطوانة المكبس الصغير إلى حجم السائل المزاح لأعلى في أسطوانة المكبس الكبير هي .....  
 (a)  $\frac{1}{2}$  (b)  $\frac{2}{1}$  (c)  $\frac{1}{1}$  (d)  $\frac{1}{4}$
7. في الشكل المقابل تكون نسبة الضغط المؤثر على المكبس الكبير إلى الضغط المؤثر على المكبس الصغير .....  
 (a)  $\frac{1}{2}$  (b)  $\frac{1}{1}$  (c) تساوي الواحد الصحيح (d) لا يمكن تحديد الإجابة
8. إذا كانت النسبة بين قطري مكبسي المكبس الهيدروليكي هي، فإن نسبة الضغط المؤثر على المكبس الصغير إلى الضغط الناتج عند المكبس الكبير في حالة اتزان المكبيين في مستوى أفقي واحد هي ....  
 (a)  $\frac{1}{5}$  (b)  $\frac{5}{1}$  (c)  $\frac{1}{1}$  (d)  $\frac{25}{1}$
9. إذا كانت النسبة بين نصفي قطري أسطوانتي المكبس الهيدروليكي  $\frac{5}{2}$ ، فإن الفائدة الآلية للمكبس تساوي .....  
 (a)  $\frac{2}{5}$  (b)  $\frac{5}{2}$  (c)  $\frac{4}{25}$  (d)  $\frac{25}{4}$



10. إذا كانت الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي تساوي 250 ومساحة المكبس الصغير  $2.5 \text{ cm}^2$ , فإن نصف

قطر المكبس الكبير يساوي ...

- (a)  $14.1 \text{ cm}$  (b)  $1000 \text{ cm}$  (c)  $198.81 \text{ cm}$  (d)  $10^4 \text{ cm}$

11. آلة ضغط هيدروليكي مساحة مقطع مكبسه الكبير شعة أمثال مساحة مقطع مكبسه الصغير، إذا

أثرت قوة مقدارها  $100 \text{ N}$  على المكبس الصغير فإن القوة الناتجة عند المكبس الكبير عند اتزان

المكبسين في مستوى أفقي واحد تساوي ....

- (a)  $100 \text{ N}$  (b)  $1000 \text{ N}$  (c)  $2000 \text{ N}$  (d)  $10^4 \text{ N}$

12. مكبس هيدروليكي قطرا مكبسيه الصغير والكبير على الترتيب  $10 \text{ cm}$ ,  $100 \text{ cm}$  فإذا أثرت قوة

مقدارها  $800 \text{ N}$  على المكبس الصغير، فإن أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير ليتزن

المكبسين في مستوى أفقي واحد تساوي ....

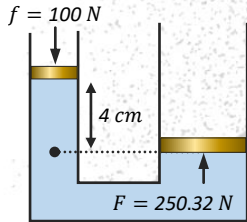
- (a)  $4000 \text{ kg}$  (b)  $8000 \text{ kg}$  (c)  $10 \text{ ton}$  (d)  $12 \text{ ton}$

13. مكبس مائل مثالي نصف قطر مكبسه الكبير  $0.5 \text{ cm}$ , عند وضع ثقل كتلته  $10 \text{ kg}$  على مكبسه

الصغير تمكن مكبسه الكبير من رفع ثقل كتلته  $5 \times 10^3 \text{ kg}$  واتزان المكبسين في مستوى أفقي

واحد، فإن ....

الفائدة الآلية	نصف قطر المكبس الصغير (m)
(a) 500	0.025
(b) 250	0.022
(c) 250	0.025
(d) 500	0.022



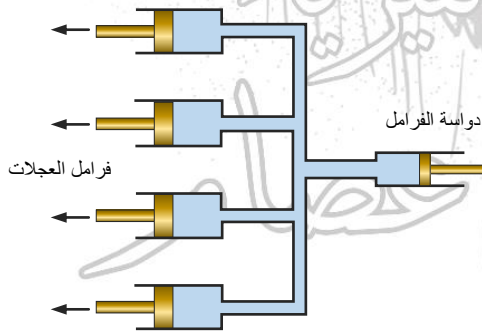
14. الشكل المقابل يوضح مكبس هيدروليكي في حالة اتزان مساحة

مقطع مكبسه الكبير  $10 \text{ cm}^2$  ومساحة مقطع مكبسه الصغير

$4 \text{ cm}^2$ , فتكون كثافة السائل الهيدروليكي .....

(علماً بأن:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (a)  $720 \text{ kg/m}^3$  (b)  $800 \text{ kg/m}^3$  (c)  $980 \text{ kg/m}^3$  (d)  $1250 \text{ kg/m}^3$



15. الشكل المقابل يوضح نظام الفرامل الهيدروليكي

في سيارة، فإذا كانت مساحة مقطع المكبس

المتصل بدواسة الفرامل  $8 \text{ cm}^2$  ومساحة مقطع

كل مكبس من مكابس فرامل العجلات  $12 \text{ cm}^2$

وأثرت قوة  $800 \text{ N}$  على دواسة الفرامل، فإن القوة

المؤثرة على كل مكبس من مكابس فرامل

العجلات تساوي .....

- (a)  $300 \text{ N}$  (b)  $530 \text{ N}$  (c)  $1200 \text{ N}$  (d)  $4800 \text{ N}$

16. عندما يحتوي سائل المكبس على فقاعات هوائية فإن النسبة بين الضغط على المكبس الكبير إلى الضغط على المكبس الصغير ....

- (a) أكبر من الواحد الصحيح  
(b) أصغر من الواحد الصحيح  
(c) تساوي الواحد الصحيح  
(d) لا يمكن تحديد الإجابة

17. عند زيادة الضغط إلى حد معين على سائل محبوس في إناء يمكن أن ينفجر الإناء ويفسر ذلك ....  
لا توجد إجابة  
صحيحة

(a) كثافة السائل  
(b) قانون الضغط  
(c) قاعدة باسكال  
(d) لا توجد إجابة

18. جهاز يستخدم لمضاعفة القوة .....  
البارومتر  
المانومتر  
المكبس الهيدروليكي  
لا توجد إجابة

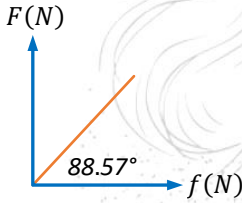
(a) البارومتر  
(b) المانومتر  
(c) المكبس الهيدروليكي  
(d) لا توجد إجابة

19. عندما يكون المكبس كفاءته 100% فهذا يعني أن .....  
خالٍ من  
الفقاعات  
عديم الاحتكاك  
مثالي  
جميع ما سبق

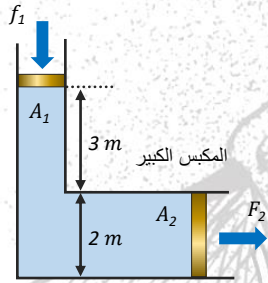
(a) خالٍ من  
(b) عديم الاحتكاك  
(c) مثالي  
(d) جميع ما سبق

20. من الشكل البياني المقابل الفائدة الآتية للمكبس الهيدروليكي .....  
تقريبًا.

(a) 0.99  
(b) 40  
(c) 24  
(d) 100

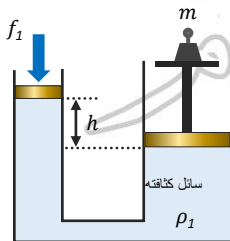


21. الشكل المقابل يوضح مكبس هيدروليكي في حالة اتزان، فإذا تم استبدال السائل المستخدم بأخر كثافته أقل، فماذا يحدث لحالة الاتزان؟ وإذا اختلف الاتزان فما التغيير الواجب إحداثه على القوة  $f_1$  ليظل متزن كما بالشكل؟



حالة الاتزان	التغيير في $f_1$	
تظل ثابتة	تظل ثابتة	(a)
يختل الاتزان	انقاص $f_1$	(b)
يختل الاتزان	انقاص $f_1$	(c)
يختل الاتزان	تظل ثابتة	(d)

22. في الشكل المقابل مكبس هيدروليكي يستخدم في توليد قوة مقدارها  $3.3 \times 10^4 \text{ N}$  فإذا كانت مساحة مقطع مكبسه الصغير  $0.5 \text{ m}^2$  ومساحة مقطع مكبسه الصغير  $0.01 \text{ m}^2$  والمكبس مملوء بسائل كثافته النسبية 0.9، فإن أقل قوة يمكن التأثير بها على مكبسه الصغير لتحقيق هذا الغرض تساوي (علماً بأن:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



- (a) 300 N  
(b) 210 N  
(c) 3000 N  
(d) 9500 N



23. يقف عمرو على المكبس الكبير لمكبس هيدروليكي وحدث الاتزان عند وضعت كتلة مقدارها  $4\text{ kg}$  على المكبس الصغير وعندما يرفع عمرو إحدى قدميه من على المكبس فعند الاتزان تكون الكتلة على المكبس الصغير  $kg$ .....

1 (d)

2 (c)

4 (b)

8 (a)

24. جميع ما يلي متساوي عند المكبسين (المكبسين في نفس الارتفاع) ما عدا .....

(b) حجم السائل المتحرك

(a) زمن حركة المكبسين

(d) الضغط أسفل المكبسين

(c) سرعة المكبسين

25. من العلاقة البيانية المقابلة أي مما يلي صحيح؟

(a) المكبسان لهما نفس الفائدة الآلية

(b) الفرق بين مساحة مقطعي المكبس A أكبر من الفرق بين مساحة

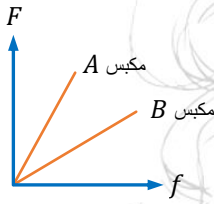
مقطعي المكبس B

(c) الفرق بين مساحة مقطعي المكبس A أقل من الفرق بين مساحة

مقطعي المكبس B

(d) الفرق بين مساحة مقطعي المكبس A يساوي الفرق بين مساحة

مقطعي المكبس B



### ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. الشكل المقابل يوضح مكبسان يستخدمان لرفع أثوييس كتلته

$30\text{ ton}$  مساحة مقطع كل منهما  $0.1\text{ m}^2$  متصلين بمكبس

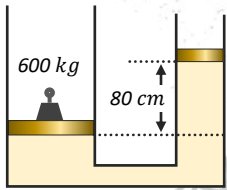
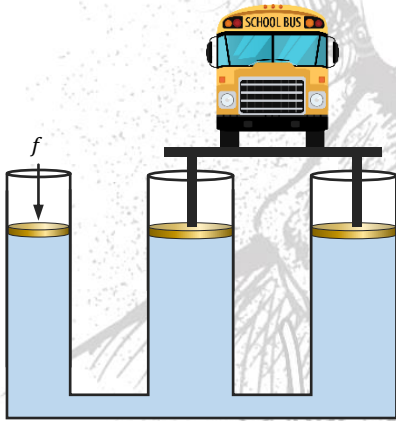
ثالث تؤثر عليه قوة  $200\text{ N}$  فإذا كانت المكابس الثلاثة متزنة

في مستوى أفقي واحد، احسب مساحة مقطع المكبس

الثالث.

(علماً بأن:  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

$(1.33 \times 10^{-3}\text{ m}^2)$



2. مكبس هيدروليكي مملوء بزيوت كثافته  $780\text{ kg/m}^3$  مساحة مقطع مكبسه

الكبير  $800\text{ cm}^2$  ويحمل كتلة مقدارها  $600\text{ kg}$  ومساحة مقطع مكبسه

الصغير  $5\text{ cm}^2$  بإهمال كتلة المكبسين احسب قيمة الكتلة التي يجب وضعها


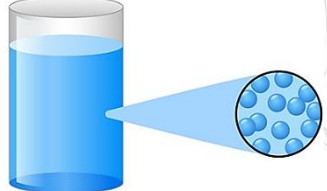

فوق المكبس الصغير للحفاظ على توازن المجموعة كما هو موضح بالشكل.

(علماً بأن:  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

$(3.438\text{ kg})$

## قوانين الغازات

تتحرك جزيئات أي مادة حركة مستمرة ويختلف نوع هذه الحركة باختلاف حالة المادة:

(3) جزيئات المواد الغازية	(2) جزيئات المواد السائلة	(1) جزيئات المواد الصلبة
		
تتحرك حركة انتقالية عشوائية	تتحرك حركة انتقالية وتذبذبية	تتحرك حركة تذبذبية (اهتزازية) فقط

## خصائص المواد الغازية

- (1) تتحرك جزيئات أي غاز حركة عشوائية مستمرة تسمى الحركة البراونية نسبة إلى مكتشفها العالم براون.
- (2) توجد مسافات فاصلة بين الجزيئات تسمى المسافات الجزيئية (البينية).
- (3) الغازات قابلة للانضغاط.

## الحركة البراونية

**الحركة البراونية:** هي مجموعة حركات عشوائية لجزيئات المائع (سائل أو غاز) في خطوط مستقيمة وفي جميع الاتجاهات.

- اكتشف عالم النبات الاسكتلندي (براون) أن حبوب اللقاح المعلقة في ماء ساخن تكون دائماً في حالة حركة عشوائية مستمرة في جميع الاتجاهات ويُسمى هذا النوع من الحركة بالحركة البراونية نسبة إلى العالم براون.
- يمكن توضيح الحركة البراونية بهذه التجربة.

الخطوات: إذا قمنا دُخاناً متصاعداً من شمعة بواسطة ميكروسكوب.

الملاحظة: دقائق الكربون المكونة للدخان تتحرك في جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية.

## التفسير:

عندما يكون عدد التصادمات مع أحد جوانب دقيقة الكربون في لحظة معينة أكبر من عدد التصادمات مع الجانب المقابل، فإن دقيقة الكربون سوف تتحرك في اتجاه معين لمسافة قصيرة، وتكرر هذه الحركة ولكن في اتجاهات أخرى، وذلك لأن جزيئات الغاز حرة الحركة ودائمة التصادم وبالتالي تغيّر اتجاه حركتها عشوائياً بفعل الحرارة.

تتحرك جزيئات الهواء بسرعات مختلفة في جميع الاتجاهات في خطوط مستقيمة بطريقة عشوائية، فتصطدم مع بعضها البعض، كما تصطدم مع دقائق الكربون المكونة للدخان.

## الاستنتاج:

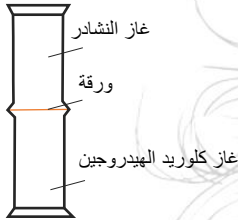
جزيئات الغاز في حالة حركة عشوائية مستمرة وأثناء حركتها تتصادم مع بعضها البعض، كما تتصادم مع جدران الإناء الذي يحتويها.

## المسافات الجزيئية (البينية)

توجد مسافات فاصلة بين الجزيئات تسمى المسافات الجزيئية (البينية) ويمكن إثبات وجود هذه المسافات من خلال إجراء التجربة التالية:

## الخطوات:

احضر مخبارين أحدهما مملوء بغاز النشادر (أقل كثافة) والآخر مملوء بغاز كلوريد الهيدروجين (أكبر كثافة) ومغطى بورقة، ثم نكس المخبار الأول فوق المخبار الثاني واسحب الورقة.



## الملاحظة:

تتكوّن سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم تأخذ في النمو والانتشار حتى تملأ كل جيز المخبارين.

## التفسير:

تنتشر جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين إلى أعلى متخللة المسافات الفاصلة بين جزيئات النشادر وكذلك تنتشر جزيئات غاز النشادر إلى أسفل خلال المسافات الفاصلة بين

جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين على الرغم من أن كثافة غاز كلوريد الهيدروجين أكبر من كثافة غاز النشادر، وتتحد جزيئات الغازين معًا مكونة سحب بيضاء من غاز كلوريد الأمونيوم الذي تنتشر جزيئاته لتملأ المخبارين.

## الاستنتاج:

توجد بين جزيئات الغازات مسافات فاصلة كبيرة نسبيًا تعرف بالمسافات الجزيئية (البينية).

## قابلية الغاز للانضغاط

عند تعرض جزيئات غاز للضغط فإن المسافات الجزيئية الكبيرة نسبيًا تسمح بتقارب جزيئات الغاز من بعضها وبالتالي تقل المسافات الجزيئية بين الجزيئات فيقل الحجم الذي يشغله الغاز.

## قوانين الغازات

من خلال دراستنا لخصائص المادة الغازية يتضح أن التجارب التي تجري لقياس التمدد الحراري لـ:

(1) الغازات:

تجارب معقدة لأن حجم الغاز يتغير بتغير كل من درجة الحرارة أو الضغط أو كليهما.

(2) الجوامد والسوائل:

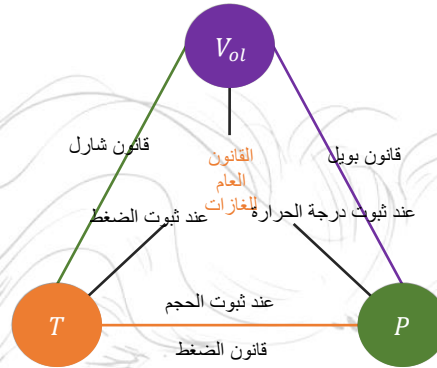
لا تظهر بهذه الصعوبة لأن حجمها يتغير بتغير درجة الحرارة ولا يتغير الضغط لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جدًا لدرجة يمكن إهمالها.

عند دراسة سلوك الغاز يجب الأخذ في الاعتبار ثلاثة متغيرات هي الحجم والضغط ودرجة الحرارة وتمثل العلاقات بين هذه المتغيرات ما يعرف بقوانين الغازات وهي:

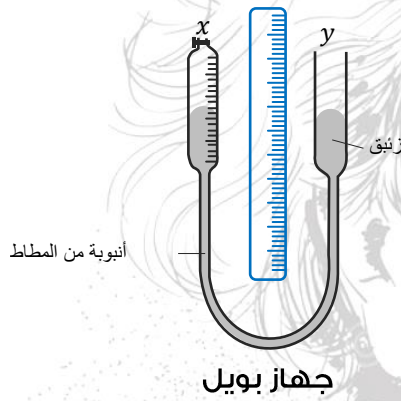
(1) قانون بويل: يعبر عن العلاقة بين حجم كمية معينة من الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.



- (2) قانون شارل: يعبر عن العلاقة بين حجم كمية معينة من الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط.  
 (3) قانون الضغط: يعبر عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم.  
 (4) القانون العام للغازات: يعبر عن العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته.



### قانون بويل



- عند ثبوت درجة حرارة غاز فإن حجم الغاز يتغير بتغير ضغطه.
- لدراسة العلاقة بين حجم كمية معينة من غاز وضغطها عند ثبوت درجة الحرارة تقوم بإجراء التجربة التالية.

الغرض من التجربة:

- (1) دراسة العلاقة بين حجم كمية معينة من غاز وضغطها عند ثبوت درجة الحرارة.
- (2) تحقيق قانون بويل.

تركيب جهاز بويل:

- (1) أنبوبة زجاجية  $x$  منتظمة المقطع ومساحة مقطعها  $A$  يبدأ تدريبها من أعلى وبها صنبور من أعلى ومثبتة على حامل عليه مسطرة مدرجة.
- (2) أنبوبة  $y$  مفتوحة من أعلى قابلة للحركة لأعلى ولأسفل ويمكن تثبيتها عند أي وضع.
- (3) أنبوبة من المطاط توصل الأنبوبة  $x$  بالأنبوبة  $y$
- (4) تحتوي الأنبوبتان على كمية مناسبة من الزئبق.
- (5) قائم رأسي يحمل الأنبوبتين  $x, y$  ومثبت على قاعدة أفقية تتركز على ثلاثة مسامير محواة يمكن بواسطتها جعل القائم رأسيًا تمامًا.

الثوابت في التجربة:

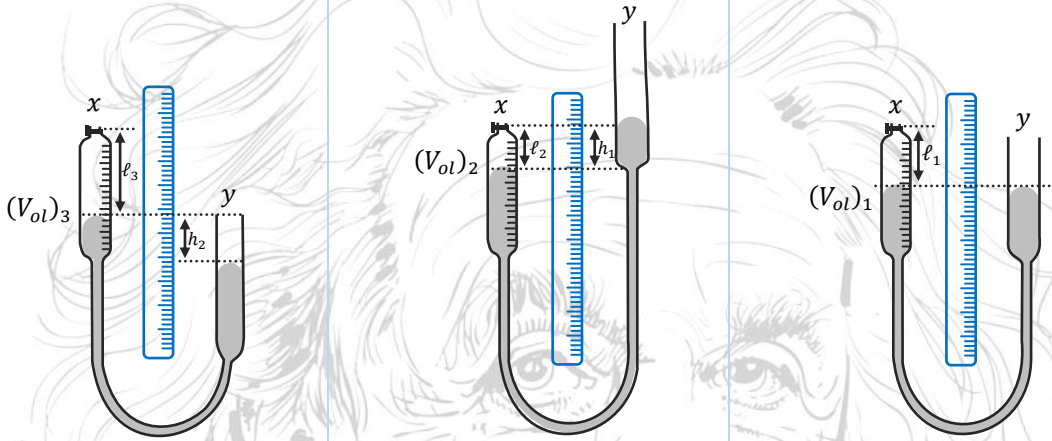
- (1) درجة الحرارة.
- (2) كتلة الغاز.
- (3) عدد جزيئات الغاز.
- (4) الضغط الجوي.

احتياطات التجربة:

- (1) أن تكون الأنبوبة  $x$  منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا لحجم الهواء المحبوس.
- (2) أن يكون صنبور الأنبوبة  $x$  محكم الغلق حتى لا تتغير كتلة الغاز المحبوس.
- (3) أن تكون درجة الحرارة ثابتة طوال التجربة.

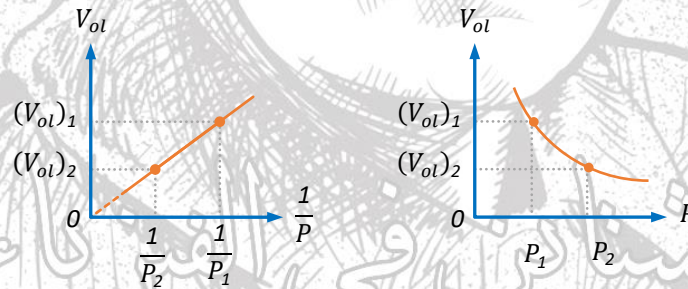
خطوات العمل:

- (1) عَيِّن قيمة الضغط الجوي ( $P_a$ ) باستخدام البارومتر الزئبقي بوحدة  $cm\ Hg$ .
- (2) افتح صنوبر الأنبوبة ( $x$ ) مع تحريك الأنبوبة ( $y$ ) لأعلى ولأسفل يصبح سطح الزئبق في الأنبوبة ( $x$ ) عند منتصفها، وحيث أن الأنبوبتان مفتوحتان فإن سطح الزئبق فيهما يكون في مستوى أفقي واحد.
- (3) اغلق صنوبر الأنبوبة ( $x$ ) لتحبس حجمًا من الهواء  $(V_{ol})_1$  يكون ضغطه  $P_1 = P_a$
- (4) حرّك الأنبوبة ( $y$ ) لأعلى فيقل حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة ( $x$ ) إلى  $(V_{ol})_2$  ويصبح ضغطه  $P_2 = P_a + h$
- (5) حرّك الأنبوبة ( $y$ ) لأسفل فيزداد حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة ( $x$ ) إلى  $(V_{ol})_3$  ويصبح ضغطه  $P_3 = P_a - h$



- (6) كرر الخطوات (4)، (5) عدة مرّات وفي كل مرّة عَيِّن  $P$ ,  $V_{ol}$  ودون النتائج في جدول.
- (7) ارسم علاقة بيانية بين:

- $(V_{ol})$  على المحور الرأسي،  $(P)$  على المحور الأفقي فتحصل على خط منحنى.
- $(V_{ol})$  على المحور الرأسي،  $(\frac{1}{P})$  على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم.



الملاحظة:

حجم كمية معينة من غاز يتناسب عكسيًا مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

الاستنتاج:

عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل الضرب  $PV_{ol}$  لكمية معينة من غاز مقدارًا ثابتًا.

$$V_{ol} \propto \frac{1}{P}$$

$$V_{ol} = \text{const} \frac{1}{P}$$

$$PV_{ol} = \text{const}$$

$$P_1(V_{ol})_1 = P_2(V_{ol})_2$$

**قانون بويل:** عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم كمية معينة من غاز تناسبًا عكسيًا مع ضغطه. أو عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز وضغطه يساوي مقدار ثابت.

لاحظ:

(1) زيادة حجم غاز يسبب نقصًا في ضغطه بفرض ثبوت درجة الحرارة: لأن زيادة الحجم معناها زيادة الحيز الذي تتحرك فيه الجزيئات فيقل معدل تصادم الجزيئات مع جدران الإناء فيقل الضغط.

(2) إذا انضغط غاز إلى نصف حجمه الأصلي فإن ضغطه يزداد للضعف:

لأنه طبقًا لقانون بويل يتناسب حجم الغاز عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة.

(3) حجم الفقاعة في الهواء بالقرب من سطح الماء أكبر من حجمها عند القاع الإناء:

لأن الضغط عند السطح أقل من الضغط عند القاع وتبعًا لقانون بويل يتناسب الحجم عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة.

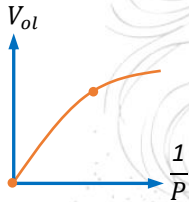
(4) يمكن للغاز أن يشذ عن قانون بويل في حالة الضغوط العالية:

لأنه تتقارب الجزيئات جدًا من بعضها ويبدأ الغاز في التحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة وقد يتحول إلى الحالة الصلبة وحينئذ لا تنطبق قوانين الغازات.

(5) مدى قانون بويل:

المدى الذي يخضع فيه الغاز لقانون بويل هو الخط المستقيم وبداية الانحناء تدل على عدم

خضوع الغاز لقانون بويل، أي أنه يوجد قيمة معينة للضغط يبدأ بعدها ظهور انحناء في الخط المستقيم تدل على عدم خضوع الغاز لقانون بويل.



### ملاحظات هامة لحل مسائل قانون بويل

**ملحوظة (1):**

عند خلط عدة غازات لا تتفاعل مع بعضها في حيز واحد فإن:

▪ كل غاز بعد الخلط يشغل حجم الحيز كله.

▪ كل غاز في الخليط له ضغط خاص به.

▪ الضغط الكلي للخليط = مجموع ضغوط الغازات.

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$PV = P_1V_1 + P_2V_2 + P_3V_3$$

$$\text{بعد الخلط } (P_1V_1 + P_2V_2) = \text{قبل الخلط } (P_1V_1 + P_2V_2)$$



(1) كمية من غاز تشغل حجمًا مقداره  $800 \text{ cm}^3$  تحت ضغط  $76 \text{ cmHg}$ ، احسب حجم هذه الكمية تحت درجة حرارة ثابتة وتحت ضغط  $0.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  علمًا بأن كثافة الزئبق  $13600 \text{ kg/m}^3$  وعجلة الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$

الحل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(0.76 \times 13600 \times 9.8) \times 800 = 0.5 \times 10^5 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{0.76 \times 13600 \times 9.8 \times 800}{0.5 \times 10^5} = 1620.68 \text{ cm}^3$$

\*\*\*\*\*

(2) كمية من غاز الهيدروجين حجمها  $12 \text{ liter}$  وضغطها  $15 \text{ cmHg}$  خلطت مع كمية أخرى من نفس الغاز حجمها  $8 \text{ liter}$  وضغطها  $45 \text{ cmHg}$  وذلك في إناء واحد مغلق سعته  $6 \text{ liter}$ ، احسب الضغط الكلي للكميتين عند ثبوت درجة الحرارة.

الحل

$$PV = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

$$P \times 6 = (15 \times 12) + (45 \times 8)$$

$$P = 90 \text{ cmHg}$$

ملحوظة (2):

عند وضع بالون به هواء حجمه  $V_1$  داخل صندوق حجمه  $V$  ثم إغلاق الصندوق فإنه عند انفجار البالون يحدث خلط بين الغاز داخل البالون والغاز خارج البالون والذي يوجد داخل الصندوق ويصبح:

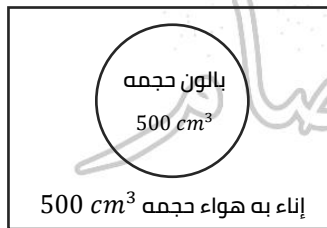
حجم الصندوق =  $V$  للخليط

$$V_2 = V - V_1 \quad (\text{للغاز خارج البالون والموجود في الصندوق})$$

$$P_2 = P_a \quad (\text{للغاز خارج البالون والموجود في الصندوق})$$

(3) وُضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه  $500 \text{ cm}^3$  وتحت ضغط 2 ضغط جوي في إناء مكعب الشكل طول ضلعه  $10 \text{ cm}$  ثم أُحكم غلق الإناء احسب الضغط النهائي داخل الإناء عند انفجار البالون (مع إهمال حجم المطاط) وبفرض ثبوت درجة الحرارة.

الحل



$$\text{حجم الهواء داخل الإناء} = 10^3 - 500 = 500 \text{ cm}^3$$

عند انفجار البالون يختلط الهواء المحبوس به مع الهواء الموجود في الإناء

$$PV_{\text{الخليط}} = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

$$P \times 10^3 = (2 \times 500) + (1 \times 500)$$

$$1000 P = 1000 + 500 = 1500$$

$$P = 1.5 \text{ ضغط جوي}$$

\*\*\*\*\*

ملحوظة (3):

في مسائل الفقاعة عندما ترتفع الفقاعة من أسفل الماء إلى أعلى حتى تصبح تحت سطح الماء مباشرة فإن حجم الفقاعة يزداد لأن الضغط الواقع على الفقاعة يقل طبقاً لقانون بويل ويصبح:

$$P = P_a \quad (\text{عند سطح الماء})$$

$$P = P_a + \rho gh \quad (\text{داخل الماء})$$

بتطبيق قانون بويل:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(P_a + \rho gh) V_1 = P_a V_2$$

مع ملاحظة أن:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 = \text{حجم الكرة} = \text{حجم الفقاعة}$$

\*\*\*\*\*

(4) فقاعة هوائية حجمها وهي في قاع حمام سباحة  $1 \text{ cm}^3$  وعندما وصلت إلى سطح ماء الحمام كان حجمها  $2 \text{ cm}^3$  احسب عمق الحمام عن موضع الفقاعة علماً بأن الضغط الجوي حينئذ  $1 \text{ بار}$  وكثافة ماء الحمام  $1000 \text{ kg/m}^3$  وعجلة السقوط الحر في هذا المكان  $10 \text{ m/s}^2$

الحل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_1 \times 1 = 10^5 \times 2$$

$$P_1 = 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \quad \text{الضغط عند القاع}$$

$$P_1 = P_a + \rho gh$$

$$2 \times 10^5 = 10^5 + (1000 \times 10 \times h)$$

$$h = 10 \text{ m} \quad \text{عمق الحمام}$$

\*\*\*\*\*

(5) فقاعة من الهواء على عمق  $50 \text{ m}$  من سطح بحيرة ارتفعت إلى أعلى حتى وصلت إلى السطح فإذا كان حجمها عند سطح البحيرة  $25 \text{ cm}^3$ ، احسب حجمها عند هذا العمق علماً بأن الضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  كثافة ماء البحيرة  $1000 \text{ kg/m}^3$ ، عجلة الجاذبية الأرضية  $9.8 \text{ m/s}^2$  بفرض ثبوت درجة حرارة ماء البحيرة.

الحل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(P_a + \rho gh) V_1 = P_a V_2$$

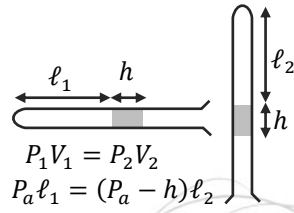
$$(1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 50) V_1 = 1.013 \times 10^5 \times 25 \times 10^{-6}$$

$$V_1 = 4.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 4.3 \text{ cm}^3$$

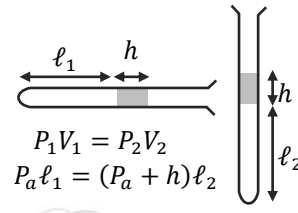
ملحوظة (4):

في مسائل الأنبوبة الشعرية عند وضع خيط زئبق طوله ( $h$ ) في أنبوبة شعرية بحيث تحبس حجم معين من الهواء طوله ( $\ell$ ) فإذا كانت الأنبوبة أفقية ثم وضعت في وضع رأسي وفوهتها:

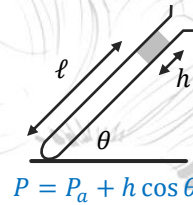
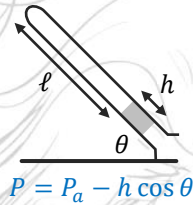
(2) للأعلى:



(1) للأعلى:



وإذا كانت الأنبوبة مائلة فإن:



\*\*\*\*\*

(6) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بها خيط زنبق 10 cm يحبس عمود من الهواء طوله 30 cm عندما تكون رأسية وفوهتها لأسفل، فإذا كان الضغط الجوي 76 cmHg، احسب طول عمود الهواء عند وضع الأنبوبة أفقيًا.

الحل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_a \ell_1 = (P_a - h) \ell_2$$

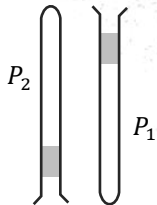
$$76 \ell_1 = (76 - 10) \times 30$$

$$\ell_1 = 26 \text{ cm}$$

\*\*\*\*\*

(7) أنبوبة شعرية بها خيط من الزنبق طوله 1 cm يحبس كمية من الهواء طولها 10 cm وذلك عندما كانت الأنبوبة رأسية وفوهتها إلى أعلى، احسب طول عمود الهواء المحبوس بالانبوبة عندما تنكس الأنبوبة رأسياً وفوهتها إلى أسفل علماً بأن الضغط الجوي 75 cmHg

الحل



$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(P_a + h) \times A \times 10 = (P_a - h) \times A \times \ell_2$$

$$(P_a + h) \times 10 = (P_a - h) \times \ell_2$$

$$(75 + 1) \times 10 = (75 - 1) \times \ell_2$$

$$760 = 74 \ell_2$$

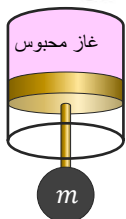
$$\ell_2 = 760 \div 74 = 10.27 \text{ cm}$$

ملحوظة (5):

لحساب ضغط الغاز المحبوس في أسطوانة مساحة مقطوعها A عند تعليق ثقل كتلته m في

المكبس فإن:

ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوي - ضغط الثقل



$$P = P_a - (mg \div A)$$



## ملحوظة (6):

عند حساب ارتفاع الماء يدخل أسطوانة مساحة مقطعها  $A$  عند تنكيسها وغمرها في الماء:

$$P_1 = P_2 \text{ قبل غمر الأسطوانة في الماء}$$

$$(V_{ol})_1 \text{ قبل غمر الأسطوانة في الماء}$$

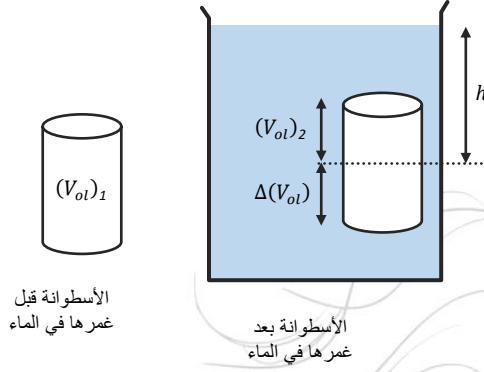
$$P_2 = P_1 + \rho gh \text{ بعد غمر الأسطوانة في الماء}$$

$$(V_{ol})_2 \text{ بعد غمر الأسطوانة في الماء}$$

$$\Delta(V_{ol}) = (V_{ol})_1 - (V_{ol})_2$$

$$h = \frac{\Delta(V_{ol})}{A} \text{ ويحسب ارتفاع الماء في العلاقة:}$$

\*\*\*\*\*



(8) في الشكل المقابل أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوي على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان ضغط الغاز بداخلها على جانبي المكبس  $75 \text{ cmHg}$  فإذا تحرك المكبس ببطء إلى اليمين ليقل حجم الجزء الأيمن إلى النصف، أوجد الفرق في الضغط على جانبي المكبس بفرض ثبوت درجة الحرارة.

## الحل

ضغط الغاز عند الجانب الأيمن للمكبس  $P_2$ :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$75 \times V_1 = P_2 \times 0.5 V_1$$

$$P_2 = 150 \text{ cm Hg}$$

ضغط الغاز عند الجانب الأيسر للمكبس  $P_3$ :

$$P_1 V_1 = P_3 V_3$$

$$75 \times V_1 = P_3 \times 1.5 V_1$$

$$P_3 = 50 \text{ cm Hg}$$

$$\Delta P = P_2 - P_3 = 150 - 50 = 100 \text{ cm Hg}$$

\*\*\*\*\*

(9) كتلة من غاز حجمها  $600 \text{ cm}^3$ ، أوجد حجمها إذا نقص ضغطها بمقدار الربع مع ثبوت درجة الحرارة.

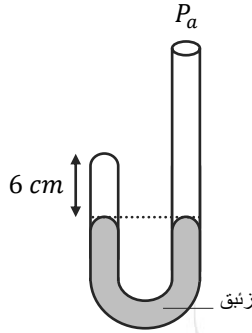
## الحل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P \times 600 - 0.75 P \times V_2$$

$$V_2 = 800 \text{ cm}^3$$

\*\*\*\*\*



(10) في الشكل المقابل احسب طول عمود الزئبق الذي يجب صبه في الفرع المفتوح حتى يرتفع سطح الزئبق في الفرع المغلق 2 cm

الحل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

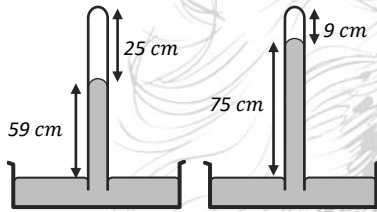
$$76 \times 6 = P_2 \times 4$$

$$P_2 = 114 \text{ cmHg}$$

$$\Delta P = P_2 - P_a = 114 - 76 = 38 \text{ cmHg}$$

فرق الضغط  $\Delta P$  يمثل طول عمود الزئبق ولكن سينخفض طول عمود الزئبق في الفرع المتسع 2 cm ويرتفع في الفرع المغلق 2 cm تضاف لعمود الزئبق  $42 \text{ cm} = 4 + 38$  طول عمود الزئبق.

\*\*\*\*\*



(11) إذا كان ارتفاع الزئبق 75 cm في أنبوبة بارومترية منتظمة المقطع مساحة مقطعها  $1 \text{ cm}^2$  وكان طول الفراغ في الأنبوبة 9 cm فإذا ادخل هواء في الحيز الموجود فوق الزئبق (أي في فراغ تورشيلي) ليُجعل عمود الزئبق ينخفض إلى ارتفاع 59 cm فكم يكون حجم الهواء الذي تم إدخاله في فراغ تورشيلي عندما يصبح ضغط هذا الهواء مساوياً للضغط الجوي.

الحل

من الشكل (أ) نجد أن:  $P_a = 75 \text{ cmHg}$

من الشكل (ب) نجد أن:

$$V_1 = (84 - 59) \times 1 = 25 \text{ cm}^3$$

حجم الهواء المحبوس في الحيز فوق الزئبق

$$P_1 = 75 - 59 = 16 \text{ cmHg}$$

ضغط الهواء المحبوس

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$16 \times 25 = 75 \times V_2$$

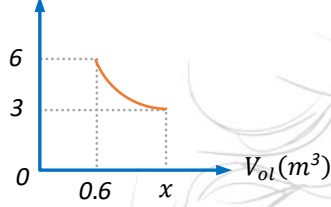
$$V_2 = 5.33 \text{ cm}^3$$

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. غاز حجمه 2 liter تحت ضغط 2 atm، فإذا قلّ ضغطه إلى 1 atm مع ثبوت درجة الحرارة يصبح حجمه ....

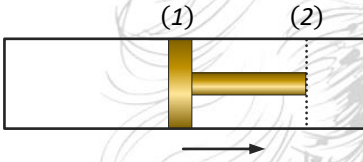
- (a) 2 liter (b) 2 liter (c) 2 liter (d) 2 liter

2. من الشكل المقابل عند ثبوت درجة الحرارة تكون قيمة  $x$  هي ....

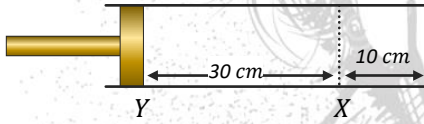


- (a)  $1 m^3$  (b)  $1.2 m^3$  (c)  $1.5 m^3$  (d)  $4 m^3$

3. الشكل المقابل يوضح مكبس قابل للحركة مهمل الاحتكاك يحبس كمية من غاز داخل أسطوانة، فإذا كان المكبس عند الموضع (1) وتم سحبه ببطء حتى وصل للموضع (2) مع عدم حدوث أي تغيير في درجة الحرارة فإن



كثافة الغاز	ضغط الغاز	
ثقل	يقل	(a)
ثقل	يظل ثابتاً	(b)
تزداد	يقل	(c)
تزداد	يظل ثابتاً	(d)



4. الشكل المقابل يوضح أسطوانة مزودة بمكبس قابل للحركة مهمل الاحتكاك محكم الغلق يحبس كمية الهواء، إذا كان المكبس عند الموضع (X) وتم سحبه ببطء إلى الموضع (Y) مع ثبوت درجة الحرارة، فإن ضغط الهواء داخل الأسطوانة

- (a) يقل للربع (b) يقل للثلث (c) يزداد ثلاثة أمثال (d) يزداد أربعة أمثال

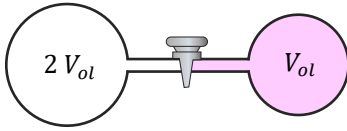
5. خزان مكعب الشكل طول ضلعه  $\ell$  يحتوي على كمية معينة من غاز مثالي ضغطه  $P$ ، فإذا تم نقل هذا الغاز إلى خزان كروي الشكل نصف قطره  $\ell$  في نفس درجة الحرارة، فإن الضغط الغاز يصبح .....

- (a)  $\frac{4}{3} \pi P$  (b)  $\frac{3}{4} \pi P$  (c)  $\frac{3}{4\pi} P$  (d)  $\frac{P}{\pi}$

6. أسطوانة تحتوي على  $18000 cm^3$  من الهيليوم تحت ضغط  $2300 kPa$ ، إذا تم استخدام الغاز كاملاً لملئ عدد من البالونات المتماثلة بحيث كان ضغط الهيليوم داخل كل بالون  $100 kPa$  وحجم كل منها  $8280 cm^3$ ، بفرض ثبوت درجة الحرارة يكون عدد البالونات التي يمكن ملئها بالهيليوم .....

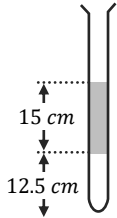
- (a) 3 (b) 20 (c) 50 (d) 72





7. الشكل المقابل يوضح مستودعين غازيين متصلان بواسطة أنبوبة مهملة الحجم بها صمام أحدهما مفرغ وحجمه  $2V_{ol}$  والآخر به غاز حجمه  $V_{ol}$ ، فإذا تم فتح الصمام ببطء مع ثبوت درجة الحرارة فإن ضغط الغاز المحبوس .....

- (a) يزداد للضعف (b) يقل للثلث  
(c) يقل للنصف (d) يزداد لثلاثة أمثال



8. الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بها خيط من الزئبق يحبس كمية من الهواء فإذا علمت أن الضغط الجوي  $76 \text{ cm Hg}$  وبفرض ثبوت درجة الحرارة فإن:

- (a) طول عمود الهواء المحبوس عند وضع الأنبوبة أفقيًا يساوي تقريبًا .....  
(b) طول عمود الهواء المحبوس عند وضع الأنبوبة رأسيًا وفتحها للأسفل يساوي تقريبًا .....

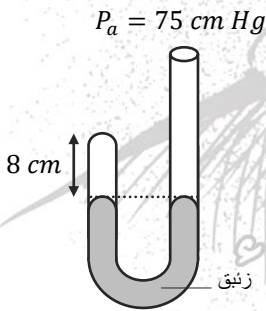
- (a)  $13.53 \text{ cm}$  (b)  $14.97 \text{ cm}$   
(c)  $17.55 \text{ cm}$  (d)  $18.65 \text{ cm}$

(b) طول عمود الهواء المحبوس عند وضع الأنبوبة رأسيًا وفتحها للأسفل يساوي تقريبًا .....

- (a)  $13.53 \text{ cm}$  (a)  $14.97 \text{ cm}$   
(c)  $17.55 \text{ cm}$  (c)  $18.65 \text{ cm}$

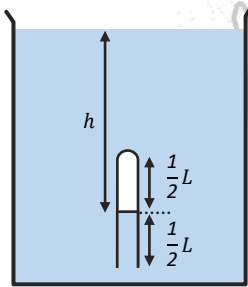
9. مستودع زجاجي A مفرغ حجمه  $30 \text{ mL}$  وصل بمستودع آخر B يحتوي على غاز مثالي ضغطه  $5 \text{ atm}$  بواسطة أنبوبة مهملة الحجم تحتوي على صمام، وعند فتح الصمام قلّ الضغط في المستودع B بمقدار 75% بدون حدوث أي تغيير في درجة الحرارة، فيكون حجم المستودع B هو .....

- (a)  $8 \text{ mL}$  (b)  $10 \text{ mL}$  (c)  $12 \text{ mL}$  (d)  $15 \text{ mL}$



10. في الشكل الموضح بالرسم أنبوبة على هيئة حرف U مغلقة من أحد طرفيها، محبوس بها كمية من الهواء، فيكون طول عمود الزئبق الذي يجب صبه في الفرع المفتوح حتى يرتفع الزئبق في الفرع المغلق  $2 \text{ cm}$  هو .....

- (a)  $4 \text{ cm}$  (b)  $27 \text{ cm}$   
(c)  $29 \text{ cm}$  (d)  $100 \text{ cm}$



11. الشكل المقابل يوضح أنبوبة منتظمة المقطع مغمورة طولها  $L$  مفتوحة من أحد طرفيها تم تنكسيها ثم غمرها رأسيًا بالكامل بحوض به ماء، فإذا كان الضغط الجوي يعادل وزن عمود من الماء ارتفاعه  $H$  فإن الفرق بين مستوى سطح الماء داخل الأنبوبة ومستوى سطح الماء بالحوض ( $h$ ) بفرض ثبوت درجة الحرارة يساوي .....

- (a)  $H + \frac{1}{2} L$  (b)  $H - \frac{1}{2} L$   
(c)  $H$  (d)  $2 H$

12. إذا كان الضغط الجوي يعادل ضغط عمود من الماء ارتفاعه  $H$  وكان ضغط الهواء داخل بالون يعادل الضغط الجوي بفرض ثبوت درجة الحرارة يكون العمق الذي يغوص إليه البالون تحت سطح الماء حتى يصبح حجم الهواء داخله  $\frac{1}{3}$  حجمه الأصلي هو .....

- (a)  $4H$  (b)  $3H$  (c)  $2H$  (d)  $H$

13. تتحرك جزيئات السائل في جميع الاتجاهات بطريقة .....

- (a) اهتزازية عشوائية (b) انتقالية اهتزازية (c) انتقالية عشوائية (d) اهتزازية فقط

14. تتحرك جزيئات الغاز حركة .....

- (a) عشوائية وبسرعات مختلفة (b) انتقالية عشوائية  
(c) انتقالية اهتزازية (d) لا توجد إجابة صحيحة

15. فقاعة من الهواء تكوّن قرب قاع بحيرة وتحركت لتصل إلى سطح ماء البحيرة ما هو التغير الذي يحدث للفقاعة بعد وصولها تحت سطح ماء البحيرة عند ثبوت درجة حرارة ماء البحيرة .....

- (a) يزداد الضغط ويزداد الحجم (b) يقل الضغط ويقل الحجم  
(c) يزداد الضغط ويقل الحجم (d) يقل الضغط ويزداد الحجم

16. فقاعة غازية عند قاع بحيرة ارتفعت إلى السطح فزاد نصف قطرها إلى الضعف فإذا كان الضغط الجوي يعادل وزن عمود من ماء البحيرة ارتفاعه  $(H)$  فإن عمق البحيرة ....

- (a)  $4H$  (b)  $7H$  (c)  $2H$  (d)  $8H$

17. إذا نكست أسطوانة فارغة رأسياً في الماء حتى منتصفها فإن .....

- (a) الماء يرتفع داخل الزجاجة حتى يتساوى مع سطح الماء خارجها  
(b) ضغط الهواء داخل الزجاجة يتضاعف  
(c) ضغط الهواء عند سطح الماء داخل الزجاجة يكون أكبر من ضغط الهواء عند سطح الماء خارجها  
(d) ارتفاع سطح الماء داخل الزجاجة أعلى من سطح الماء خارجها

18. إذا انضغط غاز ببطء إلى نصف حجمه الأصلي فإن .....

- (a) درجة حرارة الغاز ستتناقص إلى نصف قيمتها (b) ضغط الغاز سيصل إلى النصف  
(c) درجة حرارة الغاز ستضاعف (d) ضغط الغاز سيتضاعف

19. عند تطبيق قانون بويل على كتلة معينة من غاز كل مما يأتي صحيحاً ما عدا .....

- (a) تظل كثافة الغاز ثابتة لثبوت درجة الحرارة  
(b) يتناسب حجم الغاز عكسياً مع ضغطه  
(c) يتغير معدل تصادمات جزيئات الغاز مع جدران الإناء  
(d) تظل درجة الحرارة ثابتة

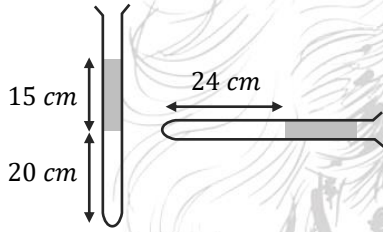
20. تبيّن ظاهرة الحركة البراونية أن .....

- (a) الجزيئات توجد ويمكن رؤيتها كنقاط متقاطعة تتحرك من مكان لآخر
- (b) الجزيئات تطوف بشكل عشوائي وبسرعات عالية
- (c) جسيمات الدخان تسلك كجزيئات
- (d) جسيمات الدخان يمكن استخدامها كنماذج لجزيئات الهواء

21. عند غمر بالون أسفل الماء في حوض به ماء يرتفع البالون لأعلى بسبب .....

- (a) الضغط أعلى البالون أكبر من الضغط على البالون للأسفل
- (b) فرق الضغط المؤثر على البالون
- (c) ضغط السائل يؤثر دائمًا لأعلى
- (d) حجم البالون زاد عندما اقترب من قاعدة الإناء

### ثانيًا: الأسئلة المقالية



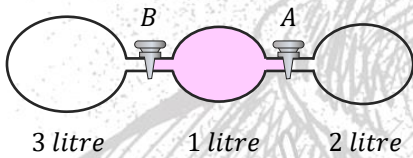
1. الشكل المقابل يوضح وضعين لأنبوبة شعيرية منتظمة المقطع مغلقة من أحد طرفيها بها هواء جاف محبوس بخيط من الزئبق طوله 15 cm، بفرض ثبوت درجة الحرارة، احسب:

- (a) الضغط الجوي
- (b) طول عمود الهواء المحبوس عندما توضع الأنبوبة رأسياً وفتحتها لأسفل

.....

.....

.....



2. في الشكل المقابل يحتوي الانتفاخ الأوسط على غاز مثالي ضغطه 2 atm بينما الانتفاخان الآخران مفرغان تمامًا، بفرض ثبوت درجة الحرارة وإهمال حجم أنبوتي التوصيل، احسب الضغط داخل الانتفاخ الأوسط عند:

- (a) فتح الصمام A فقط.
- (b) فتح الصمامين A, B معًا.

.....

.....

.....



3. وضع بالون من المطاط به هواء محبوس تحت ضغط  $2 \text{ atm}$  في إناء مكعب طول ضلعه  $10 \text{ cm}$  ثم أحكم غلق الإناء، فإذا كان الضغط النهائي داخل الإناء عن انفجار البالون هو  $1.5 \text{ atm}$  وذلك بإهمال حجم المطاط وبفرض ثبوت درجة الحرارة، احسب حجم البالون قبل انفجاره.

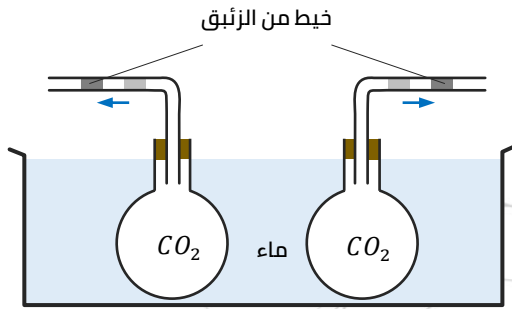
( $500 \text{ cm}^3$ )

4. حوض به ماء نكست فيه كأس أسطوانية ثم غمرت رأسياً حتى أصبح سطح الماء داخل الكأس على عمق  $3 \text{ m}$  من سطح الماء في الحوض، فإذا كان حجم الكأس  $250 \text{ cm}^3$  ومساحة مقطعه  $200$ ، احسب طول عمود الماء الذي يرتفع داخل الكأس بفرض عدم تسرب أي هواء من الكأس وثبوت درجة الحرارة.  
(علماً بأن:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho_{\text{ماء}} = 103 \text{ kg/m}^3$ ,  $P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ )

( $0.28 \text{ cm}$ )

أينشتاين في الفيزياء  
أعبك إلي حسن عصام

## قانون شارل



- يعبر قانون شارل عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط.
- المواد (صلبة، سائلة، غازية) تتمدد بالحرارة.
- تتمدد الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة وهي تحت ضغط ثابت بمقادير متساوية عند زيادة درجة حرارتها بنفس المقدار.
- يمكن توضيح ذلك بالتجربة التالية:

## الخطوات:

- احضر دورقني متساويين في الحجم، وضع بأحدهما غاز الأكسجين ( $O_2$ ) وبالأخر غاز مختلف مثل ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ )
- سد فوهة كل من الدورقين بسدادة تنفذ منها أنبوبة شعرية منثنية على شكل زاوية قائمة بها خط من الزئبق طوله حوالي  $2\text{ cm}$  أو  $3\text{ cm}$
- اغمر الدورقين في حوض به ماء بارد ثم أضف كمية من الماء الساخن تدريجيًا ولاحظ مقدار المسافة التي يتحركها خط الزئبق في كل منهما.

## الملاحظة:

يتحرك خطا الزئبق مسافتين متساويتين (أي أن معامل التمدد الحجمي لهما واحد).

## الاستنتاج:

- عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية معينة من غاز بزيادة درجة الحرارة.
- الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط، أي أن معامل التمدد الحجمي لأي غاز يساوي مقدار ثابت عند ثبوت الضغط.

استنتاج معامل التمدد الحجمي لغاز تحت ضغط ثابت ( $\alpha_v$ )

- عند رفع درجة حرارة غاز من  $0^\circ\text{C}$  إلى  $t^\circ\text{C}$  مع ثبوت الضغط يزداد حجم الغاز بمقدار  $\Delta(V_{ol})$
- يتناسب مقدار التغير في حجم الغاز  $\Delta(V_{ol})$  طرديًا مع كل من:
  - حجم الغاز عند درجة صفر سيلزيوس  $(V_{ol})_{0^\circ\text{C}}$ :
  - التغير في درجة حرارة الغاز  $(\Delta t)$ :

$$\Delta(V_{ol}) \propto (V_{ol})_{0^\circ\text{C}}$$

$$\Delta(V_{ol}) \propto \Delta t$$

$$\therefore \Delta(V_{ol}) \propto (V_{ol})_{0^\circ\text{C}} \Delta t$$

$$\therefore \Delta(V_{ol}) = \text{const} \times (V_{ol})_{0^\circ\text{C}} \Delta t$$

$$\therefore (V_{ol}) = \alpha_v (V_{ol})_{0^\circ\text{C}} \text{ inc } t$$

$$\alpha_v = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_{0^\circ\text{C}} \Delta t} = \frac{(V_{ol})_{0^\circ\text{C}} - (V_{ol})_{0^\circ\text{C}}}{(V_{ol})_{0^\circ\text{C}} \Delta t}$$

وحدة قياس معامل التمدد الحجمي: كلفن<sup>-1</sup> ( $K^{-1}$ )

### معامل التمدد الحجمي:

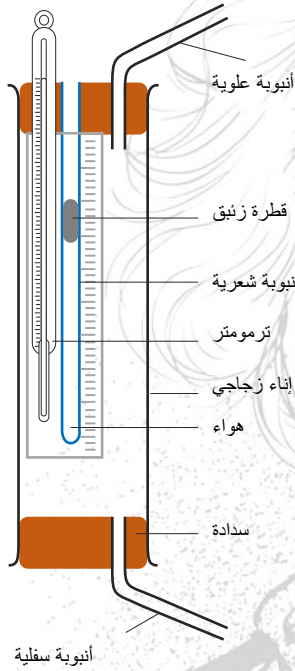
هو مقدار الزيادة في وحدة الحجم من الغاز عند  $0^{\circ}C$  عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط ويساوي  $\frac{1}{273} K^{-1}$

أو:

هو نسبة زيادة حجم الغاز إلى الحجم الأصلي عند  $0^{\circ}C$  عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط ويساوي  $\frac{1}{273} K^{-1}$

### تعيين معامل التمدد الحجمي للهواء تحت ضغط ثابت

يمكن عملياً تعيين قيمة معامل التمدد الحجمي لغاز عند ثبوت الضغط ودراسة العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت ضغطه باستخدام جهاز يُطلق عليه جهاز شارل.



جهاز شارل

الغرض من التجربة:

(1) تحقيق قانون شارل.

(2) تعيين معامل التمدد الحجمي للهواء تحت ضغط ثابت.

تركيب جهاز شارل:

- (1) أنبوبة شعيرية زجاجية طولها  $30\text{ cm}$  وقطرها حوالي  $1\text{ mm}$  مغلقة من أحد طرفيها، وبها قطرة من الزئبق تحبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة، مثبتة مع ترمومتر على مسطرة مدرجة داخل غلاف (إناء) زجاجي أسطواني.
- (2) أنبويتين إحدهما علوية لدخول بخار الماء والأخرى سفلية لخروج بخار الماء.

(3) سدادتين من المطاط.

احتياطات التجربة:

- (1) أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياساً للحجم.
- (2) أن يكون الهواء المحبوس داخل الأنبوبة جافاً تماماً وذلك بوضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركز لامتصاص بخار الماء لأن ضغط بخار الماء يختلف عن ضغط البخار الجاف مما يعطي نواتج غير دقيقة.
- (3) أن تثبت الأنبوبة طوال التجربة في وضع رأسي.
- (4) تسجل قراءات الحجم عند عدم تحرك قطرة الزئبق للتأكد من أن درجة حرارة الغاز المحبوس تساوي درجة الحرارة المراد القياس عندها.
- (5) دخول بخار الماء الذي يغلي من الفتحة العليا ليسخن الهواء المحبوس بسرعة ولا يتكثف حيث يخرج من الفتحة السفلى.

الخطوات:

- (1) املاء الغلاف الزجاجي بجليد مجروش أخذ في الانصهار وانتظر حتى يبرد الهواء داخل الأنبوبة إلى  $0^{\circ}C$  ونقيس طول عمود الهواء الذي يعتبر مقياساً للحجم  $(V_{ol})_{0^{\circ}C}$ .



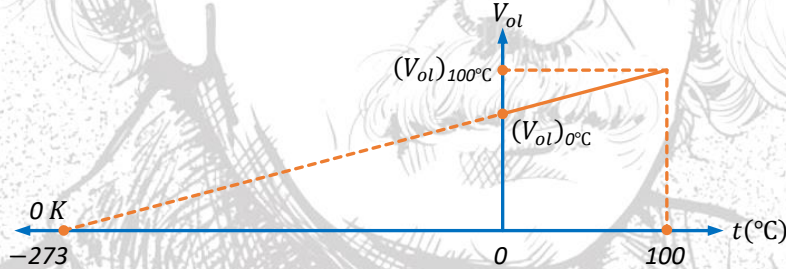
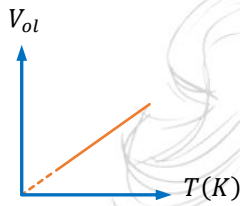
- (2) افرغ الغلاف الزجاجي من الجليد المجروش والماء ثم مرر بخار ماء من أعلى لأسفل وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس  $100^{\circ}\text{C}$  وعين طول عمود الهواء الذي يعتبر مقياساً للحجم  $(V_{ol})_{100^{\circ}\text{C}}$ .
- (3) احسب معامل التمدد الحجمي للهواء من العلاقة:

$$\alpha_v = \frac{(V_{ol})_{0^{\circ}\text{C}} - (V_{ol})_{100^{\circ}\text{C}}}{(V_{ol})_{0^{\circ}\text{C}} \times 100}$$

- (4) عيّن طول عمود الهواء المحبوس عند درجات حرارة مختلفة.
- (5) ارسم علاقة بيانية بين حجم الهواء المحبوس  $(V_{ol})$  على المحور الرأسي، ودرجة الحرارة على تدرج سيلزيوس  $(t^{\circ}\text{C})$  على المحور الأفقي، وكذلك العلاقة البيانية بين حجم الهواء المحبوس  $(V_{ol})$  على المحور الرأسي، ودرجة الحرارة على تدرج كلفن  $(T\text{ K})$  على المحور الأفقي.

الملاحظة:

- (1) معامل التمدد الحجمي للهواء  $(\alpha_v)$  عند ثبوت الضغط  $= \frac{1}{273}$  لكل كلفن أو درجة سيليزية.
- (2) عند رسم علاقة بيانية بين  $(V_{ol})$  على المحور الرأسي و  $(t^{\circ}\text{C})$  على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم يقطع محور الحجم عند قيمة حجم الهواء المحبوس عند درجة صفر سيلزيوس  $(V_{ol})_{0^{\circ}\text{C}}$  وعند مدّ هذا الخط على استقامته نجد أنه يقطع محور درجة الحرارة عند  $-273^{\circ}\text{C}$
- (3) عند رسم العلاقة بين  $(V_{ol})$  على المحور الرأسي و  $(t\text{ K})$  على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل.



الاستنتاج:

- (1) عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معين من غاز بمقدار  $\frac{1}{273}$  من حجمه الأصلي عند  $0^{\circ}\text{C}$  لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة.
- (2) العلاقة بين حجم مقدار معين من غاز ودرجة حرارته على تدرج كلفن عند ثبوت الضغط علاقة طردية.

قانون شارل:

عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معين من غاز بمقدار  $\frac{1}{273}$  من حجمه الأصلي عند  $0^{\circ}\text{C}$  لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة.

أو:

عند ثبوت الضغط يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة على تدرج كلفن.

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون شارل:

(1) في الشكل البياني المقابل من تشابه المثلثين  $ADE, ABC$ :

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

(2) بها أن:

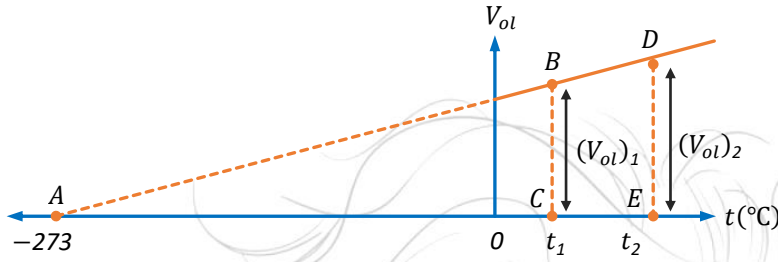
$$BC = (V_{ol})_1, DE = (V_{ol})_2$$

$$AC = T_1, AE = T_2$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})}{T} = \text{const}$$

$$V_{ol} \propto T$$



### ملاحظات هامة لحل مسائل قانون شارل

**ملحوظة (1):**

$$(T \text{ K} = t^{\circ}\text{C} + 273)$$

مقدار تغير درجة الحرارة على تدرج كلفن = مقدار تغير درجة الحرارة على تدرج سيلزيوس

**ملحوظة (2):** عندما تكون  $(V_{ol})_0$  معلومة:

$$\alpha_v = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_0 \Delta t} = \frac{(V_{ol})_t - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0 \Delta t}$$

**ملحوظة (3):** عندما تكون  $(V_{ol})_0$  مجهولة:

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2}$$

**ملحوظة (4):** الصيغة العامة لقانون شارل:  $\frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$  وبطلالة الكثافة:  $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$

**ملحوظة (5):** عند خلط غازين:

$$\frac{(V_{ol})}{T} \text{ للخليط} = \frac{(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

\*\*\*\*\*

(1) لتر غاز في  $10^{\circ}\text{C}$  رفعت درجة حرارته وهو ثابت الضغط إلى  $293^{\circ}\text{C}$  فأوجد حجمه.

**الحل**

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{1}{(V_{ol})_2} = \frac{273 + 10}{273 + 293} = \frac{283}{566}$$

$$(V_{ol})_2 = \frac{566}{283} = 2 \text{ liter}$$

\*\*\*\*\*

(2) كمية من غاز تشغل  $100 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$  وتشغل  $118.5 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $80^{\circ}\text{C}$  عند ثبوت الضغط في الحالتين، أوجد معامل التمدد الحجمي للغاز عند ثبوت الضغط.

## الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2} \quad \therefore \frac{100}{118.5} = \frac{1 + 25 \alpha_v}{1 + 80 \alpha_v}$$

$$\alpha_v = \frac{1}{273} K^{-1}$$

\*\*\*\*\*

(3) كمية من غاز جاف في درجة  $-13^\circ C$  رفعت درجة حرارتها بمقدار  $100^\circ C$  مع بقاء ضغطها ثابتاً فزاد حجمها بمقدار  $40 \text{ cm}^3$  أوجد الحجم قبل التسخين.

## الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + 40} = \frac{273 - 13}{273 - 13 + 100} = \frac{260}{360}$$

$$(V_{ol})_1 = 104 \text{ cm}^3$$

**ملحوظة (6):** عند تسخين غاز في إناء حجمه  $(V_{ol})_1$  ويراد حساب نسبة ما خرج إلى ما كان موجوداً:

$$\text{نسبة ما خرج} = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{(V_{ol})_1} \times 100$$

**ملحوظة (7):** عند تسخين غاز في إناء حجمه  $(V_{ol})_1$  وخرج 25% من حجمه فإن حجم الغاز بعد التسخين  $(V_{ol})_2$ :

$$(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 0.25(V_{ol})_1 = 1.25 (V_{ol})_1$$

**ملحوظة (8):** عند استخدام الأنبوبة الشعرية التي تحتوي على قطرة من الزئبق كترمومتر فإن:

أقصى درجة حرارة يمكن تعيينها هي التي يصبح عندها:

طول عمود الهواء المحبوس = طول الأنبوبة - طول قطرة الزئبق وهي داخل الأنبوبة

**ملحوظة (9):** عند تسخين غاز حجمه  $(V_{ol})_1$  في إناء أسطواني مساحة مقطعه  $A$  يحتوي على مكبس قابل للحركة فإن:

المسافة التي تحركها المكبس = (حجم الغاز بعد التسخين - حجم الغاز قبل التسخين) ÷ مساحة المقطع

$$h = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{A}$$

\*\*\*\*\*

(4) سخن دورق به هواء من  $15^\circ C$  إلى  $87^\circ C$  فكم تكون نسبة خروج الهواء الذي خرج منه إلى ما كان موجوداً به بفرض ثبوت الضغط.

## الحل

$$\frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{(V_{ol})_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{(87 + 273) - (15 + 273)}{(15 + 273)} = 0.25 = 25\%$$

\*\*\*\*\*



(5) إناء أسطوانى الشكل له مكبس عديم الاحتكاك يحبس كمية من الهواء حجمها  $5460 \text{ cm}^3$  عند  $0^\circ\text{C}$  وعندما سخن الإناء أصبحت درجة حرارة الهواء داخله  $100^\circ\text{C}$ ، احسب المسافة التي يتحركها المكبس حتى يظل الضغط ثابتاً علماً بأن مساحة مقطع المكبس  $250 \text{ cm}^2$

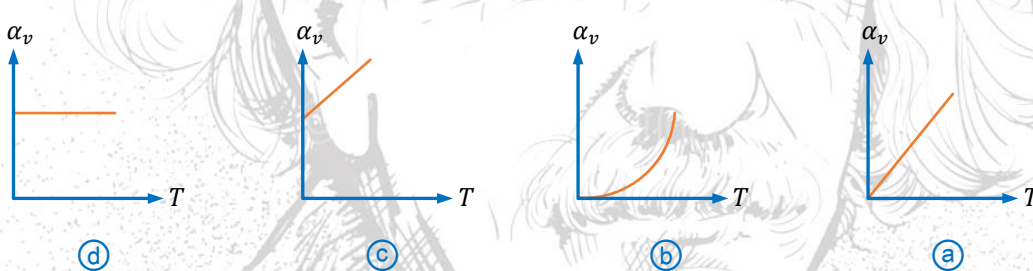
## الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{5460}{(V_{ol})_2} = \frac{273 + 10}{273 + 100} = \frac{273}{373}$$

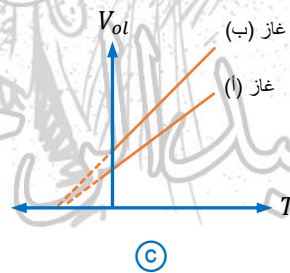
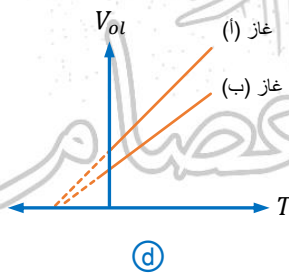
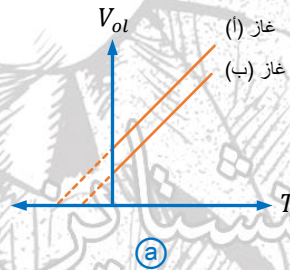
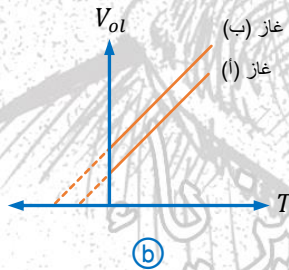
$$(V_{ol})_2 = 7460 \text{ cm}^3$$

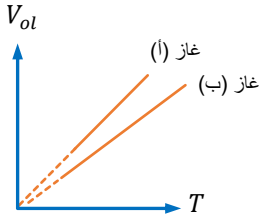
$$h = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{A} = \frac{7460 - 5460}{250} = 8 \text{ cm}$$

## أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

- إذا رفعت درجة حرارة غاز بمقدار  $10^\circ\text{C}$  فإن الارتفاع في درجة حرارة الغاز على تدريج كلفن يساوي .....  
 (a)  $10 \text{ K}$  (b)  $263 \text{ K}$  (c)  $273 \text{ K}$  (d)  $283 \text{ K}$
- كمية من غاز حجمها  $V_{ol}$  عند درجة حرارة مطلقة  $T$ ، فإذا رفعنا درجة حرارتها بمقدار  $\Delta T$  ليزداد حجمها بمقدار  $\Delta V_{ol}$  عند ثبوت الضغط، فإن الرسم البياني الذي يمثل العلاقة بين معامل التمدد الحجمي للغاز ( $\alpha_v$ ) ودرجة حرارته المطلقة ( $T$ ) عند ثبوت ضغط الغاز هو ....  

- يتضاعف حجم كمية معينة من غاز محبوس درجة حرارتها  $10^\circ\text{C}$  إذا تم تسخينها تحت ضغط ثابت إلى ....  
 (a)  $20^\circ\text{C}$  (b)  $50^\circ\text{C}$  (c)  $100^\circ\text{C}$  (d)  $293^\circ\text{C}$
- إذا كان حجم كمية معينة من غاز ما عند درجة حرارة  $44^\circ\text{C}$  هو  $250 \text{ cm}^3$ ، فإن حجمها عند درجة حرارة  $0^\circ\text{C}$  بفرض ثبوت الضغط يساوي تقريباً .....  
 (a)  $320 \text{ cm}^3$  (b)  $300 \text{ cm}^3$  (c)  $215 \text{ cm}^3$  (d)  $200 \text{ cm}^3$
- رفعت درجة حرارة كمية من غاز من  $37^\circ\text{C}$  إلى  $192^\circ\text{C}$  مع ثبوت الضغط، فإذا كان حجم الغاز عند  $37^\circ\text{C}$  هو  $V_{ol}$  فإن مقدار التغير في حجم الغاز ( $\Delta V_{ol}$ ) يساوي ....  
 (a)  $\frac{V_{ol}}{4}$  (b)  $\frac{V_{ol}}{3}$  (c)  $\frac{V_{ol}}{2}$  (d)  $V_{ol}$
- عبوة معدنية مفتوحة تحتوي على كمية من الهواء حجمها  $V_{ol}$  عند درجة حرارة  $298 \text{ K}$ ، فإذا سخنت العبوة حتى درجة حرارة  $343 \text{ K}$  كان حجم الهواء المتسرب  $9.06 \text{ cm}^3$ ، بفرض ثبوت الضغط وإهمال تمدد الإناء تكون قيمة  $V_{ol}$  تقريباً .....  
 (a)  $40 \text{ cm}^3$  (b)  $50 \text{ cm}^3$  (c)  $60 \text{ cm}^3$  (d)  $67 \text{ cm}^3$

7. كمية من غاز عند  $27^{\circ}\text{C}$  فإن درجة الحرارة التي يتضاعف عندها الحجم عند ثبوت الضغط ....  
 (a)  $327^{\circ}\text{C}$  (b)  $54^{\circ}\text{C}$  (c)  $126^{\circ}\text{C}$  (d)  $150^{\circ}\text{C}$
8. حاصل ضرب معامل التمدد الحجمي تحت ضغط ثابت في 273 ..... الواحد الصحيح.  
 (a)  $<$  (b)  $>$  (c)  $=$  (d)  $\leq$
9. إذا كان حجم كمية معينة من غاز واحد لتر في  $0^{\circ}\text{C}$  فإن درجة الحرارة اللازمة لزيادة حجم الغاز بمقدار 2 لتر عند ثبوت الضغط تساوي ....  
 (a)  $273^{\circ}\text{C}$  (b)  $373^{\circ}\text{C}$  (c)  $546^{\circ}\text{C}$  (d)  $373^{\circ}\text{C}$
10. دورقان متساويان في الحجم متصلان معًا بأنبوبة بها صمام فإذا كان أحد الدورقين به غاز تحت ضغط عالٍ والدورق مفرغ تمامًا من الهواء وعند فتح الصمام فإن الغاز المضغوط ينتشر في الدورقين، ما هي الكمية الفيزيائية التي لم تتغير؟  
 (a) الضغط (b) الحجم (c) الكثافة (d) الكتلة
11. يشغل غاز عند درجة حرارة  $89^{\circ}\text{C}$  حجم مقداره  $0.67\text{ L}$  عند أي درجة حرارة سيليزية سيزداد الحجم ليصل إلى  $1.12\text{ L}$ ، افترض أن الضغط وكمية الغاز ثابتين.  
 (a)  $101.2^{\circ}\text{C}$  (b)  $249.7^{\circ}\text{C}$  (c)  $273^{\circ}\text{C}$  (d)  $332.1^{\circ}\text{C}$
12. عند وضع بالون به غاز في الشمس ينفجر بسبب .....  
 (a) أن عدد جزيئات الهواء داخل البالون يزداد (b) كتلة الغاز داخل البالون تزداد  
 (c) كثافة الغاز داخل البالون تزداد (d) حجم الغاز داخل البالون تزداد
13. لديك غاز (أ) في إناء الحجم الأصلي  $(V_{ol})_1$  وغاز آخر (ب) الحجم الأصلي  $(2V_{ol})_1$  فتكون العلاقة البيانية بين الحجم ودرجة الحرارة السيليزية هي .....





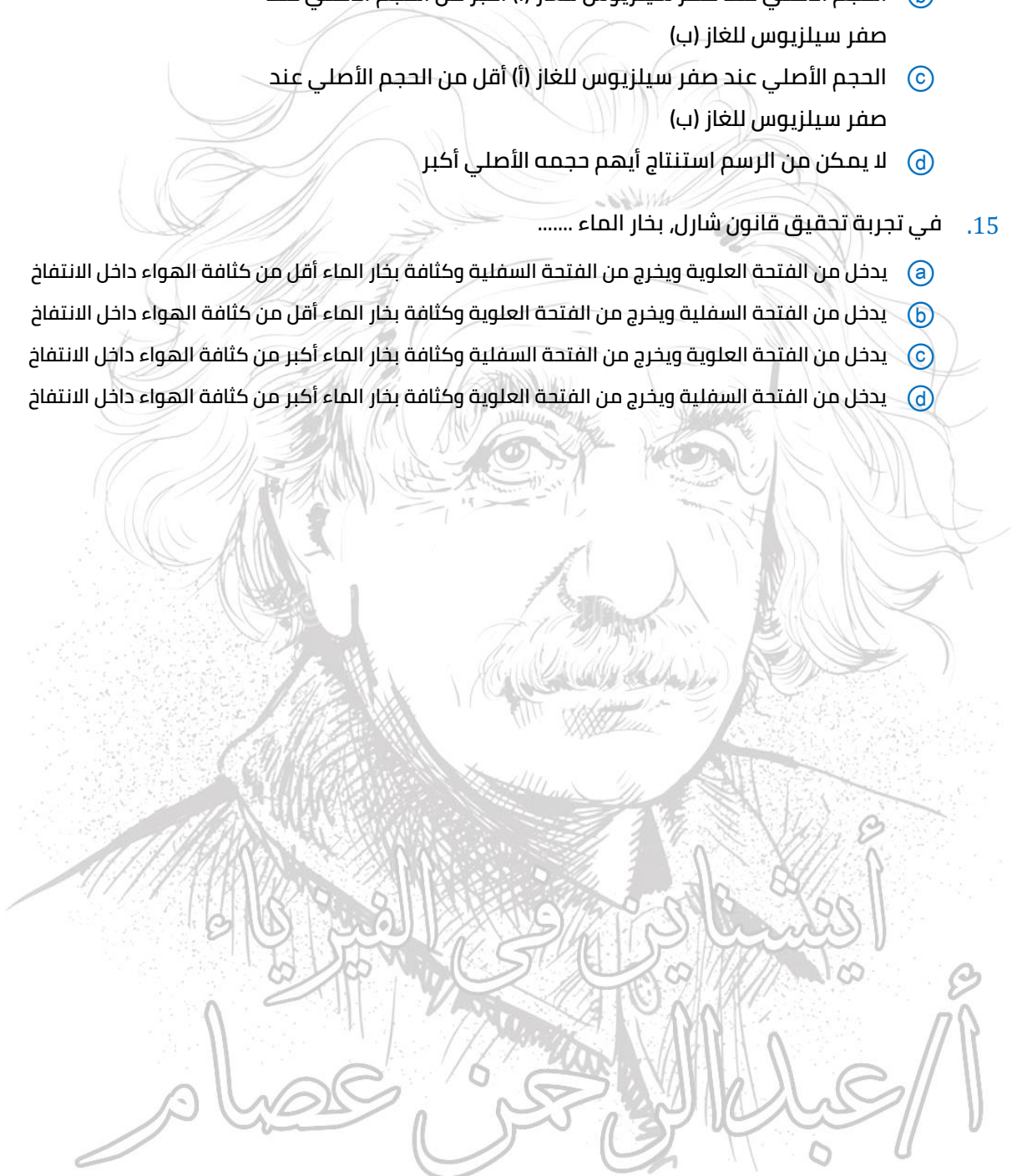
14. في الشكل المقابل علاقة بين الحجم ودرجة الحرارة الكلفينية فنستنتج

منها أن .....

- (a) الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (أ) يساوي الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (ب)
- (b) الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (أ) أكبر من الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (ب)
- (c) الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (أ) أقل من الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (ب)
- (d) لا يمكن من الرسم استنتاج أيهم حجمه الأصلي أكبر

15. في تجربة تحقيق قانون شارل، بخار الماء .....

- (a) يدخل من الفتحة العلوية ويخرج من الفتحة السفلية وكثافة بخار الماء أقل من كثافة الهواء داخل الانتفاخ
- (b) يدخل من الفتحة السفلية ويخرج من الفتحة العلوية وكثافة بخار الماء أقل من كثافة الهواء داخل الانتفاخ
- (c) يدخل من الفتحة العلوية ويخرج من الفتحة السفلية وكثافة بخار الماء أكبر من كثافة الهواء داخل الانتفاخ
- (d) يدخل من الفتحة السفلية ويخرج من الفتحة العلوية وكثافة بخار الماء أكبر من كثافة الهواء داخل الانتفاخ

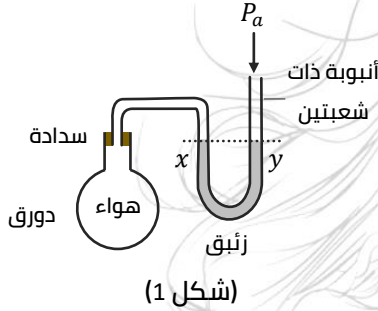




## قانون جولي (قانون الضغط)

- يعبر قانون جولي عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم.
- الغازات يزداد حجمها بزيادة درجة الحرارة.
- الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية، ويمكن توضيح ذلك بالتجربة التالية:

## الخطوات:



(شكل 1)

(1) احضر دورق من الزجاج به كمية من الهواء، وسد الفوهة بسدادة تنفذ منها أنبوبة ذات شعبتين بها كمية من الزئبق فيكون سطحي الزئبق في الفرعين في مستوى أفقي واحد عن الموضعين  $x, y$  ويكون ضغط الهواء المحبوس في الدورق ( $P_1$ ) يساوي الضغط الجوي، أي أن:  $(P_1 = P_a)$

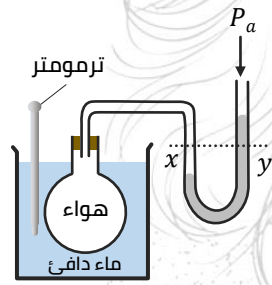
(2) عيّن درجة حرارة الهواء المحبوس ( $t_1$ ) باستخدام الترمومتر المتصل بالدورق، ويرتفع في الفرع الخالص.

(3) اغمر الدورق في حوض به ماء دافئ فينخفض سطح الزئبق في الفرع المتصل بالدورق ويرتفع في الفرع الخالص.

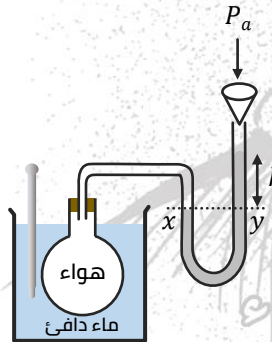
(4) صب زبق في الفرع الخالص حتى يعود الزئبق في الفرع المتصل بالدورق إلى الموضع  $x$  وبالتالي يكون حجم الهواء المحبوس ثابت.

(5) عيّن درجة حرارة الهواء المحبوس ( $t_2$ ) باستخدام الترمومتر ثم عيّن فرق الارتفاع بين سطحي الزئبق في الفرعين ( $h$ ) وهو يمثل الزيادة في الضغط نتيجة ارتفاع درجة الحرارة من  $t_1$  إلى  $t_2$  ويكون:  $(P_2 = P_a + h)$

(6) كرّر الخطوات السابقة باستبدال الهواء بغازات أخرى ورفع درجة حرارة كل غاز بنفس المقدار في كل مرة.



(شكل 2)



(شكل 3)

## الملاحظة:

(1) يزداد ضغط كمية معينة من غاز بارتفاع درجة الحرارة عند ثبوت حجمها.

(2) قيمة  $h$  ثابتة للغازات المختلفة عند ثبوت حجمها (الزيادة في الضغط متساوية لجميع الغازات).

## الاستنتاج:

الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس القيمة إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية عند ثبوت الحجم.

أي أن: معامل زيادة الضغط لأي غاز ( $\beta_p$ ) من الضغط الأصلي عند  $0^\circ\text{C}$  عند ثبوت الحجم يساوي مقدار ثابت.

استنتاج معامل الزيادة في ضغط الغاز عند ثبوت الحجم ( $\beta_p$ )

■ عند رفع درجة حرارة

$$\Delta P \propto P_{0^\circ\text{C}}$$

$$\Delta P \propto \Delta t$$

$$\therefore \Delta P \propto P_{0^\circ\text{C}} \Delta t$$

$$\therefore \Delta P = \text{const} \times P_{0^\circ\text{C}} \Delta t$$

$$\therefore \Delta P = \beta_p P_{0^\circ\text{C}} \Delta t$$

(1) ضغط الغاز عند درجة صفر سيلزيوس ( $P_{0^\circ\text{C}}$ ):(2) التغير في درجة حرارة الغاز ( $\Delta t$ ):

$$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_{0^\circ\text{C}} \Delta t} = \frac{P_{t^\circ\text{C}} - P_{0^\circ\text{C}}}{P_{0^\circ\text{C}} \Delta t}$$

وحدة قياس معامل زيادة الضغط لغاز عند ثبوت الحجم: كلفن<sup>-1</sup> ( $K^{-1}$ )

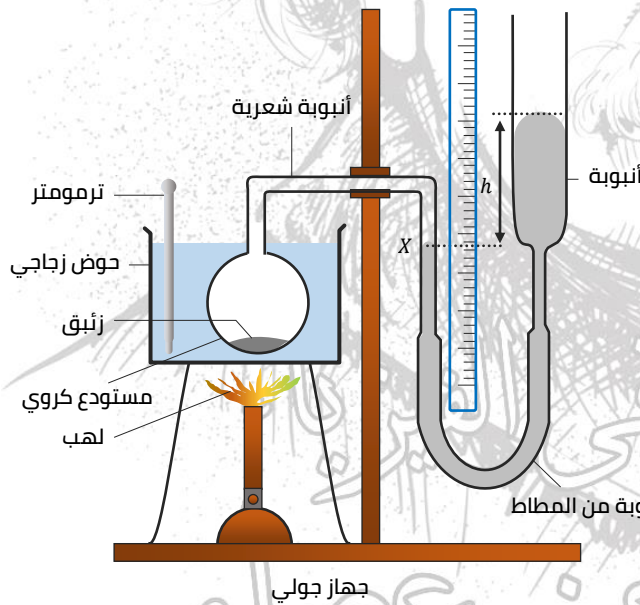
## معامل زيادة ضغط غاز عند ثبوت الحجم:

هو مقدار الزيادة في وحدة الضغوط من الغاز عند  $0^\circ\text{C}$  عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم ويساوي  $\frac{1}{273} K^{-1}$ 

أو:

هو نسبة زيادة ضغط الغاز إلى الضغط الأصلي عند  $0^\circ\text{C}$  عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم ويساوي  $\frac{1}{273}$ 

## تعيين معامل زيادة الضغط للهواء تحت حجم ثابت



يمكن عملياً تعيين قيمة معامل الزيادة في الضغط عند ثبوت الحجم ودراسة تأثير الحرارة على ضغط غاز ما عند ثبوت حجمه باستخدام جهاز يطلق عليه جهاز جولي كما يلي:

الغرض من التجربة:

- (1) تحقيق قانون الضغط.
- (2) تعيين معامل زيادة الضغط للهواء عند ثبوت الحجم.
- (3) مستودع كروي من الزجاج الرقيق يحتوي على كمية من الزئبق حجمها يساوي سبع حجم المستودع.
- (4) أنبوبة شعيرية طويلة منثنية.
- (5) أنبوبة متسعة قابلة للحركة بواسطة أنبوبة من المطاط.
- (6) كمية من الزئبق.
- (7) ترمومتر.
- (8) مسطرة.
- (9) حوض زجاجي.
- (10) لهب.

احتياطات التجربة:

- (1) وضع شمع حجم الانتفاخ الزجاجي زئبق حتى يظل حجم الهواء المحبوس ثابتاً أثناء التجربة مع تغيّر درجة الحرارة حيث أن معامل التمدد الحجمي للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمي للزجاج.
- (2) غمر المستودع الكروي بالكامل في الحمام المائي.
- (3) أن يكون الهواء داخل المستودع جافاً لأن أي قطرة ماء تتحول بالتسخين إلى بخار ماء وضغط البخار يختلف عن ضغط الهواء الجاف وهذا سيؤثر على دقة القيمة المقاسة لمعامل زيادة ضغط الهواء عند ثبوت الحجم.

الخطوات:

- (1) عين الضغط الجوي ( $P_a$ ) وقت إجراء التجربة باستخدام البارومتر.
- (2) ضع زئبق في الأنبوبة القابلة للحركة وعدل من وضعها رأسياً لتحبس كمية من الهواء وحدد حجم الهواء بالموضع  $x$ .
- (3) ضع جليد مجروش في الحوض الزجاجي واغمر المستودع فيه وانتظر حتى يبدأ الجليد في الانصهار وعندها تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس  $0^\circ\text{C}$  ويرتفع سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع الكروي لأعلى.
- (4) حرك الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند الموضع  $x$  ثم عيّن قيمة الضغط عند درجة صفر سيلزيوس ( $P_{0^\circ\text{C}}$ ) كالتالي:
  - إذا كان سطح الزئبق في الفرع الخالص أعلى من سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع تكون:

$$P_{0^\circ\text{C}} = P_a + h$$

- إذا كان سطح الزئبق في الفرع الخالص أقل من سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع تكون:

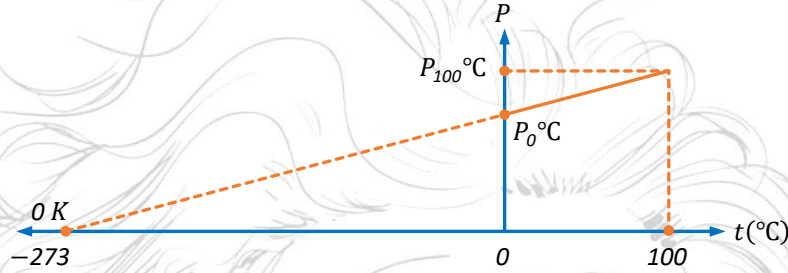
$$P_{0^\circ\text{C}} = P_a - h$$

- (5) اغمر المستودع في ماء ثم سخن الماء حتى يغلي فتلاحظ انخفاض سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع الكروي لأسفل.
- (6) حرك الأنبوبة القابلة للحركة إلى أعلى حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند الموضع  $x$  ثم عين:
- (7) احسب معامل زيادة الضغط للهواء عند ثبوت الحجم ( $\beta_p$ ) من العلاقة:
 
$$\beta_p = \frac{P_{t^\circ\text{C}} - P_{0^\circ\text{C}}}{P_{0^\circ\text{C}} \Delta t}$$
- (8) عيّن ضغط الهواء المحبوس عند درجات حرارة مختلفة.
- (9) ارسم علاقة بيانية بين ضغط الهواء المحبوس ( $P$ ) على المحور الرأسي ودرجة حرارته على تدريج سيلزيوس ( $t^\circ\text{C}$ ) على المحور الأفقي وكذلك علاقة بيانية بين ضغط الهواء المحبوس ( $P$ ) على المحور الرأسي ودرجة حرارته على تدريج كلفن ( $T\text{ K}$ ) على المحور الأفقي.



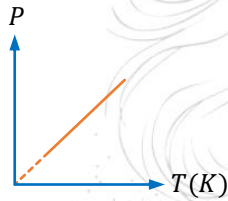
## الملاحظة:

- (1) معامل زيادة ضغط الهواء ( $\beta_p$ ) تحت حجم ثابت مقدار ثابت يساوي  $\frac{1}{273}$  لكل كلفن أو درجة سيليزية.
- (2) عند رسم علاقة بيانية بين ضغط الهواء المحبوس ( $P$ ) على المحور الرأسى ودرجة الحرارة على تدريج سيلزيوس ( $t^\circ\text{C}$ ) على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم يقطع محور الضغط في قيمة ضغط الغاز عند درجة صفر سيلزيوس ( $P_0^\circ\text{C}$ ) وعند مدّ هذا الخط على استقامته نجد أنه يقطع محور درجة الحرارة عند  $-273^\circ\text{C}$



- (3) عند رسم العلاقة البيانية بين ضغط الهواء المحبوس ( $P$ ) على المحور الرأسى ودرجة حرارته على تدريج كلفن ( $T\text{ K}$ ) على المحور الأفقى نحصل على خط مستقيم يبدأ من نقطة الأصل.

## الاستنتاج:



- (1) عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معين من غاز بمقدار  $\frac{1}{273}$  من ضغطه الأصلي عند  $0^\circ\text{C}$  لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة (قانون الضغط).
- (2) العلاقة بين ضغط كمية معينة من غاز ودرجة حرارتها على تدريج كلفن عند ثبوت الحجم علاقة طردية ( $P \propto T$ )

## قانون الضغط:

عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معين من غاز بمقدار  $\frac{1}{273}$  من ضغطه الأصلي عند  $0^\circ\text{C}$  لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره كلفن واحد أو درجة سيليزية واحدة.

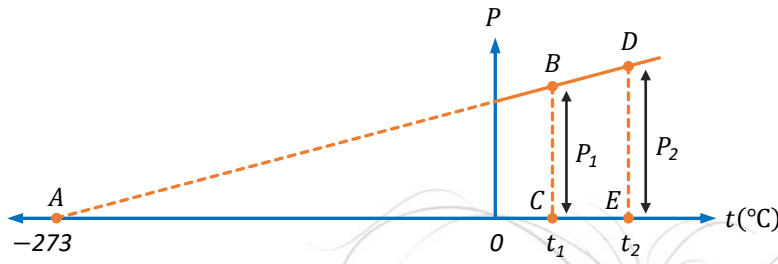
## أو:

عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط كمية معينة من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته المطلقة.

## لاحظ:

- (1) يلزم في جهاز جولي خفض الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل قبل البدء في تبريد الانتفاخ الزجاجي إلى  $0^\circ\text{C}$  حتى لا يندفع الزئبق داخل الانتفاخ الزجاجي نتيجة انكماش الغاز بالتبريد.
- (2) عند وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جهاز جولي: تتحول قطرة الماء إلى حجم كبير من البخار والذي يكون له ضغط يختلف عند ضغط الهواء الجاف لاختلاف تمددها وبالتالي معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم غير صحيح.
- (3) عند عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولي زئبق: يتغير حجم الغاز أثناء إجراء التجربة فلا يمكن تعيين معامل زيادة الضغط لأن الحجم غير ثابت.

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون الضغط:



(1) في الشكل البياني المقابل من

تشابه المثلثين  $\triangle ADE, \triangle ABC$ :

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

(2) بما أن:

$$BC = P_1, DE = P_2$$

$$AC = T_1, AE = T_2$$

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{P}{T} = \text{const}$$

$$\therefore P \propto T$$

### الصفر المطلق (صفر كلفن)

من تجربة جولي	من تجربة شارل
عند رسم علاقة بيانية ( $P$ ) على المحور الرأسي، ( $t(^{\circ}\text{C})$ ) على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقي عند $-273^{\circ}\text{C}$ وهي تقابل الصفر المطلق أو صفر كلفن.	عند رسم علاقة بيانية بين ( $V_{ol}$ ) على المحور الرأسي، ( $t(^{\circ}\text{C})$ ) على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقي عند $-273^{\circ}\text{C}$ وهي تقابل الصفر المطلق أو صفر كلفن.
الصفر المطلق: هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت الحجم.	الصفر المطلق: هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا عند ثبوت الضغط.

لاحظ:

- (1) ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة ينعدم عندها حجم الغاز أو ضغطه: لأنه من الناحية العملية يتحول الغاز إلى سائل قبل أن تصل درجة حرارته إلى صفر كلفن ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) فيتبع الغاز في هذه الحالة قوانين السوائل.
- (2) درجة الحرارة على مقياس كلفن: دائمًا قيمة موجبة.
- (3) درجة الحرارة على مقياس سيلزيوس: قيمة موجبة أو سالبة.

## ملاحظات هامة لحل مسائل قانون الضغط

ملحوظة (1): الصيغة العامة:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}, \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ملحوظة (2): عندما تكون  $P_0$  معلومة:

$$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_0 \times \Delta t} = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100}$$

ملحوظة (3): عندما تكون  $P_0$  غير معلومة:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_p t_1}{1 + \beta_p t_2}$$

(1) إناء مقفل به هواء في درجة صفر سلتريوس برد إلى  $(-91^\circ\text{C})$  فصار ضغطه  $40 \text{ cm Hg}$  احسب ضغط الهواء عند صفر سلتريوس.

الحل

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{P_1}{40} = \frac{273 + 0}{273 + (-91)} = \frac{273}{182}$$

$$P_1 = 60 \text{ cm Hg}$$

\*\*\*\*\*

(2) كمية من غاز ضغطها  $76 \text{ cm Hg}$  ودرجة حرارتها  $10^\circ\text{C}$  رفعت درجة حرارتها إلى  $60^\circ\text{C}$  عند ثبوت الحجم فأصبح ضغطها  $89.4 \text{ cm Hg}$ ، احسب معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم.

الحل

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_p t_1}{1 + \beta_p t_2} \quad \therefore \frac{76}{89.4} = \frac{1 + 10 \beta_p}{1 + 60 \beta_p}$$

$$\beta_p = 13.4 \div 3666 = 0.003655 = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1}$$



## القانون العام للغازات

- يمثل القانون العام للغازات العلاقة بين كل من حجم كمية من غاز وضغطها ودرجة حرارتها.
- يمكن استنتاج الصيغة العامة للقانون العام للغازات كما يلي:

من قانون بويل وشارل	من قانون شارل والضغط	من قانون بويل وشارل
$P \propto \frac{1}{V_{ol}}$	$V_{ol} \propto T$	$V_{ol} \propto \frac{1}{P}$
$P \propto T$	$T \propto P$	$V_{ol} \propto T$
$P \propto \frac{T}{V_{ol}}$	$T \propto V_{ol} P$	$V_{ol} \propto \frac{T}{P}$
$P = const \times \frac{T}{V_{ol}}$	$T = const \times V_{ol} P$	$V_{ol} = const \times \frac{T}{P}$
$\frac{PV_{ol}}{T} = const$	$\frac{PV_{ol}}{T} = const$	$\frac{PV_{ol}}{T} = const$

وبالتالي إذا كان حجم كمية معينة من غاز  $(V_{ol})_1$  وضغطه  $P_1$  ودرجة حرارته المطلقة  $T_1$  وتغير حجم الكمية إلى  $(V_{ol})_2$  والضغط إلى  $P_2$  ودرجة الحرارة المطلقة إلى  $T_2$  يكون:

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

## القانون العام للغازات:

حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز في ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدرج كلفن يساوي مقدار ثابت.

## ملاحظات هامة لحل مسائل قانون الضغط

ملحوظة (1): الصيغة العامة:

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

ملحوظة (2): عند تغيير كثافة الغاز مع ثبوت الكتلة:

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

ملحوظة (3): عند تغيير كتلة الغاز (تسرب جزء منه) مع ثبوت الحجم:

$$\frac{P_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2}{m_2 T_2}$$

ملحوظة (4): عند خليط غازين:

$$\frac{P(V_{ol})}{T} (\text{للخليط}) = \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

ملحوظة (5): معدل الضغط ودرجة الحرارة ( $S.T.P$ ) يكون فيه الضغط =  $76 \text{ cm Hg}$  درجة الحرارة  $0^\circ\text{C}$

(1) مقدار من غاز يشغل في درجة  $27^{\circ}\text{C}$  وتحت ضغط  $60\text{ cm Hg}$  حجمًا قدره  $380\text{ cm}^3$  فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة ( $S.T.P$ ).

الحل

$S.T.P$  معناه أنه تحت ضغط  $76\text{ cm Hg}$  درجة الحرارة  $0^{\circ}\text{C}$  ( $273^{\circ}\text{K}$ )

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2} \quad \therefore \frac{60 \times 380}{300} = \frac{76 \times (V_{ol})_2}{273}$$

$$(V_{ol})_2 = \frac{60 \times 380 \times 273}{76 \times 300} = 273\text{ cm}^3$$

(2) فقاعة هواء على عمق  $10.13\text{ m}$  تحت سطح ماء عذب حجمها  $28\text{ cm}^3$  احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرةً بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه هي  $7^{\circ}\text{C}$  ودرجة الحرارة عند السطح  $27^{\circ}\text{C}$   $(g = 10\text{ m/s}^2)$ ، والضغط الجوي  $1.013 \times 10^5\text{ N/m}^2$  وكثافة الماء  $1000\text{ kg/m}^3$

الحل

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{(1.013 \times 10^5 + 1.013 \times 1000 \times 10) \times 28}{273 + 7} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{ol})_2}{273 + 27}$$

$$(V_{ol})_2 = 60\text{ cm}^3$$

(3) إذا كانت كثافة غاز النيتروجين عند  $S.T.P$  هي  $1.25\text{ kg/m}^3$ ، احسب النيتروجين عند درجة حرارة  $24^{\circ}\text{C}$  وضغط  $0.97 \times 10^5\text{ N/m}^2$

الحل

$$\frac{P_1}{P_1 T_1} = \frac{P_2}{P_2 T_2} \quad \therefore \frac{1.013 \times 10^5}{1.25 \times 273} = \frac{0.97 \times 10^5}{\rho_2 \times (24 + 273)}$$

(4) خلطت كمية من غاز حجمها  $10\text{ cm}^3$  ضغطها  $75\text{ cm Hg}$  ودرجة حرارتها  $27^{\circ}\text{C}$  مع كمية من غاز آخر حجمها  $20\text{ cm}^3$  وضغطها  $50\text{ cm Hg}$  في درجة حرارة  $127^{\circ}\text{C}$  وذلك في إناء سعته  $25\text{ cm}^3$  ثم خفضت درجة حرارة الخليط إلى  $(-23^{\circ}\text{C})$  أوجد الضغط الكلي داخل الإناء علمًا بأن الغازين لا يتحدان.

الحل

$$\frac{P(V_{ol})}{T} (\text{للخليط}) = \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{P \times 25}{-23 + 273} = \frac{75 \times 10}{27 + 273} + \frac{50 \times 20}{127 + 273}$$

$$P = 50\text{ cm Hg}$$

(5) انتفاخان زجاجيان  $B, A$  حجمهما  $300 \text{ cm}^3, 600 \text{ cm}^3$  على الترتيب يتصلان بأنبوبة شعرية قصيرة الطول ويحتويان على هواء جاف ضغطه  $76 \text{ cm Hg}$  عند  $27^\circ\text{C}$  احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر بمقدار  $100^\circ\text{C}$  بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر كما هي.  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ، والضغط الجوي  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  وكثافة الماء  $1000 \text{ kg/m}^3$ )

الحل

$$\frac{P(V_{ol})}{T} (\text{للخليط}) = \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{76 \times (600 + 300)}{300} = \frac{600P_2}{400} + \frac{300P_2}{300}$$

$$P_2 = 92.2 \text{ cm Hg}$$

(6) احسب كتلة كمية من غاز الهيدروجين حجمها  $82.6 \text{ cm}^3$  جمعت بطريقة كهربائية تحت ضغط  $640 \text{ mm Hg}$  في درجة  $25^\circ\text{C}$  إذا كانت كثافة الهيدروجين في  $S.T.P$  هي  $0.09 \text{ kg/m}^3$

الحل

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

$$\frac{640}{\rho_1 \times 298} = \frac{760}{0.09 \times 273}$$

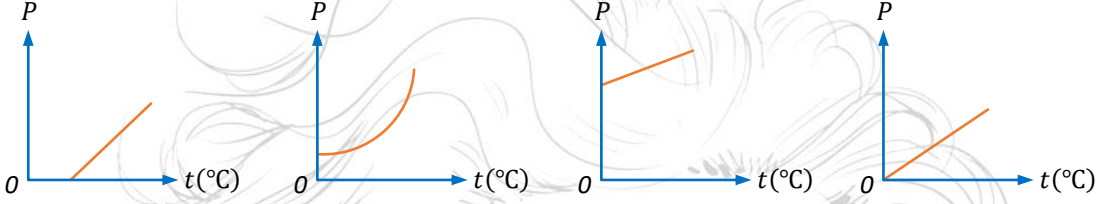
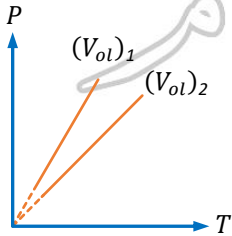
$$\rho_1 = 69.4 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

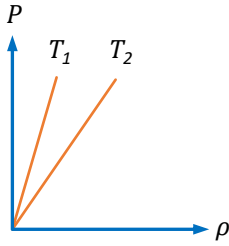
$$m = \rho V_{ol} = 69.4 \times 10^{-3} \times 82.6 \times 10^{-6} = 5.7 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

أينشتاين في الفيزياء  
أعبدك يا ابن حن عصام



أولاً: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. يتضاعف ضغط كمية معينة من غاز عند  $10^\circ\text{C}$  إذا تم تسخينها عند ثبوت حجمها إلى ....  
 (a)  $20^\circ\text{C}$  (b)  $80^\circ\text{C}$  (c)  $160^\circ\text{C}$  (d)  $293^\circ\text{C}$
2. إذا سخنت كمية معينة من غاز تدريجيًا، فأى الأشكال البيانية الآتية يمثل التغير في الضغط ( $P$ ) مع درجة الحرارة على تدرج سيلزيوس ( $t^\circ\text{C}$ ) عند ثبوت الحجم؟  
  
 (a) (b) (c) (d)
3. إذا تم وضع كمية من الزئبق في مستودع جهاز جولي حجمها يعادل خمس حجم المستودع ورفعت درجة حرارة المستودع، فإن حجم الهواء المحبوس .....  
 (a) يقل (b) يزداد (c) يظل ثابتاً (d) لا يمكن تحديد الإجابة
4. إناء محكم الغلق يحتوي بداخله على كمية من غاز، فإذا زاد ضغطها بمقدار 0.4% من ضغطها الأصلي نتيجة زيادة درجة حرارتها بمقدار  $1^\circ\text{C}$  فتكون درجة حرارتها قبل التسخين ..... (يفرض إهمال تمدد الإناء)  
 (a)  $25^\circ\text{C}$  (b)  $250^\circ\text{C}$  (c)  $250\text{ K}$  (d)  $68500\text{ K}$
5. إذا نقص حجم كمية من غاز مثالي إلى النصف ورفعت درجة حرارته الكلفينية إلى الضعف فإن ضغط الغاز يصبح ..... الضغط الأصلي.  
 (a) ضعف (b) ثلاثة أمثال (c) أربعة أمثال (d) نصف
6. يتوقف تسرب الغاز من داخل أسطوانة الغاز عندما يكون ضغط الغاز داخل الأسطوانة .....  
 (a) أكبر من الضغط الجوي (b) أقل من الضغط الجوي (c) مساوي للضغط الجوي (d) لا يمكن تحديد الإجابة
7. فقاعة من الهواء حجمها  $0.2\text{ cm}^3$  على عمق  $15\text{ m}$  من سطح بحيرة مالحة كثافة مائها  $1030\text{ kg/m}^3$ ، فإذا كانت درجة الحرارة عند هذا العمق  $4^\circ\text{C}$  فإن حجم الفقاعة عندما تصعد إلى سطح الماء حيث درجة الحرارة  $24^\circ\text{C}$  يصبح ....  
 (a)  $0.27\text{ cm}^3$  (b)  $0.39\text{ cm}^3$  (c)  $0.54\text{ cm}^3$  (d)  $1.79\text{ cm}^3$
8. الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين درجة الحرارة على تدرج كلفن ( $T$ ) والضغط ( $P$ ) لكتلتين متساويتين من نفس الغاز عند حجمين  $(V_{ol})_1$ ،  $(V_{ol})_2$  فإن .....  
  
 (a)  $(V_{ol})_1 = (V_{ol})_2$  (b)  $(V_{ol})_1 > (V_{ol})_2$  (c)  $(V_{ol})_1 < (V_{ol})_2$  (d) لا يمكن تحديد الإجابة



9. الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين ضغط كمية معينة من

غاز ( $P$ ) وكثافته ( $\rho$ ) عند درجتي حرارة مطلقة ( $T_2, T_1$ ) فيكون ...

(a)  $T_1 = T_2$  (b)  $T_1 > T_2$

(c)  $T_1 < T_2$  (d) لا يمكن تحديد الإجابة

10. درجة حرارة كمية معينة من غاز بالكلفن تضاعفت وأصبح ضغطه نصف ما كان عليه فإذا كان حجمه

الأصلي  $V$  يكون الحجم النهائي ....

(a)  $0.5 V$  (b)  $0.25 V$  (c)  $2 V$  (d)  $4 V$

11. إذا نقص حجم كمية من غاز مثالي إلى النصف ورفعت درجة حرارته الكلفينية للضعف فإن ضغط الغاز

يصبح ..... الضغط الأصلي.

(a) ضعف (b) ثلاثة أمثال (c) أربعة أمثال (d) ستة أمثال

12. ما الضغط اللازم لتقليص حجم  $60 \text{ mL}$  من غاز تحت الشروط القياسية إلى  $10 \text{ mL}$  عند درجة حرارة مقدارها

$25^\circ\text{C}$  .....

(a)  $497.75 \text{ cm Hg}$  (b)  $479.75 \text{ cm Hg}$  (c)  $947.75 \text{ cm Hg}$  (d)  $947.75 \text{ cm Hg}$

#### ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. غمر مستودع جهاز جولي في سائل عند  $0^\circ\text{C}$  فكان سطح الزئبق في الفرع المتصل بالمستودع أعلى منه

في الفرع الخالص بمقدار  $10 \text{ cm}$  ولما سخن السائل إلى  $63^\circ\text{C}$  صار الزئبق في الفرع الخالص أعلى منه

في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار  $5 \text{ cm}$  ولما وصل السائل إلى درجة الغليان زاد هذا الارتفاع إلى

$13.8 \text{ cm}$ ، احسب درجة غليان السائل علقًا بأن حجم الهواء ثابت في هذا المستودع.

( $99.96^\circ\text{C}$ )

2. كمية من غاز الأكسجين الجاف في ( $S, T, P$ ) ما هي درجة الحرارة التي تسخن إليها ليزيد ضغطها  $40\%$

من الضغط الأصلي مع ثبوت الحجم؟ وما هي درجة الحرارة التي تسخن إليها ليزيد حجمها  $40\%$  من

الحجم الأصلي عند ثبوت الضغط؟

( $109.2^\circ\text{C}$  في الحالتين لأن  $\beta = \alpha$ )

3. بالون من المطاط به هواء حجمه  $800 \text{ cm}^3$  عند  $27^\circ\text{C}$  وضغط  $75 \text{ cmHg}$  وأقصى سعة  $1000 \text{ cm}^3$

فإذا تغيرت ظروف الهواء ليصبح  $65 \text{ cmHg}$  ودرجة الحرارة  $57^\circ\text{C}$ ، هل ينفجر البالون؟ مع التعليل.

(ينفجر البالون -  $1015.4 \text{ cm}^3$ )

4. إذا كان حجم مقدار من الهواء في  $7^\circ\text{C}$  وتحت ضغط  $77 \text{ cmHg}$  هو  $1001 \text{ cm}^3$ ، فاحسب:

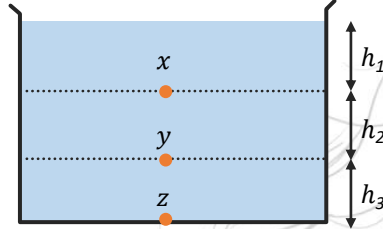
(a) الزيادة في حجم هذا المقدار إذا سخن إلى  $47^\circ\text{C}$  وظل ضغطه ثابتًا

(b) الزيادة في ضغط هذا المقدار إذا سخن إلى  $47^\circ\text{C}$  وظل حجمه ثابتًا

(c) الزيادة في حجم هذا المقدار إذا سخن إلى  $47^\circ\text{C}$  وأصبح ضغطه  $80 \text{ cmHg}$

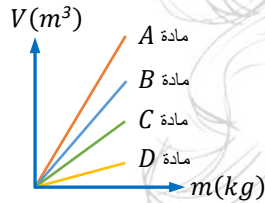
( $143 \text{ cm}^3 - 11 \text{ cmHg} - 100.1 \text{ cm}^3$ )

## أسئلة امتحانات السنوات السابقة



1. الشكل يوضح إناء به سائل كثافته  $\rho$  وعجلة الجاذبية الأرضية  $g$  وارتفاع السائل  $h_1 = h_2 = h_3$  فإن الضغط عند  $z, y, x$  كالآتي ....

- (a)  $P_x = 3P_z = 2P_y$  (b)  $P_z > P_y > P_x$   
(c)  $P_y = 2P_z = 3P_x$  (d)  $P_x > P_y > P_z$



2. الشكل يوضح العلاقة بين الكتلة ( $m$ ) والحجم ( $V$ ) لأربعة مواد مختلفة، أي مادة لها أكبر كثافة؟

- (a) A (b) B (c) C (d) D

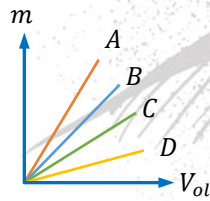
3. إذا كان الاختلاف في قيمة الضغط داخل طائرة محلقة في الهواء وخارجها يساوي  $1 \text{ atm}$  فإنه يكافئ ...  
(a)  $0.076 \text{ m Hg}$  (b)  $76 \text{ m Hg}$  (c)  $0.76 \text{ m Hg}$  (d)  $7.6 \text{ m Hg}$

4. في معمل تحاليل للكشف عن تركيز الأملاح في البول وكانت النتائج لأربعة أشخاص كالآتي:

الأشخاص	D	C	B	A
$\rho$ للبول = $\text{kg/m}^3$	1019	1010	1030	1020

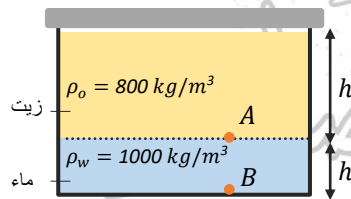
أي من الأشخاص السابقة مصاب بزيادة الأملاح في البول؟

- (a) الشخص A (b) الشخص B (c) الشخص C (d) الشخص D



5. العلاقة البيانية الآتية بين كتلة وحجم كمية من الدم لأربعة أشخاص مصابين بمرض الأنيميا، فاي الأشخاص تكون لديه نسبة الإصابة بالمرض أعلى؟

- (a) A (b) B (c) C (d) D



6. أتمامك إناء به كمية من الماء والزيت فإن النسبة بين  $\frac{\text{الضغط عند النقطة A}}{\text{الضغط عند النقطة B}}$  يساوي .....





- (a)  $\frac{4}{6}$  (b)  $\frac{4}{8}$  (c)  $\frac{4}{9}$  (d)  $\frac{9}{10}$



7. أثرت قوة مماسية مقدارها  $200\text{ N}$  على السطح العلوي لمكعب طول ضلعه  $10\text{ cm}$  فيكون الضغط الناشئ عنها يساوي ....

- ①  $2 \times 10^4\text{ N/m}^2$  ②  $2 \times 10^5\text{ N/m}^2$  ③  $2 \times 10^3\text{ N/m}^2$  ④ مساوية للصفير

8. أربعة مكعبات متساوية في الحجم ومن مواد مختلفة (ذهب - حديد - ألومنيوم - نحاس) كما بالشكل.

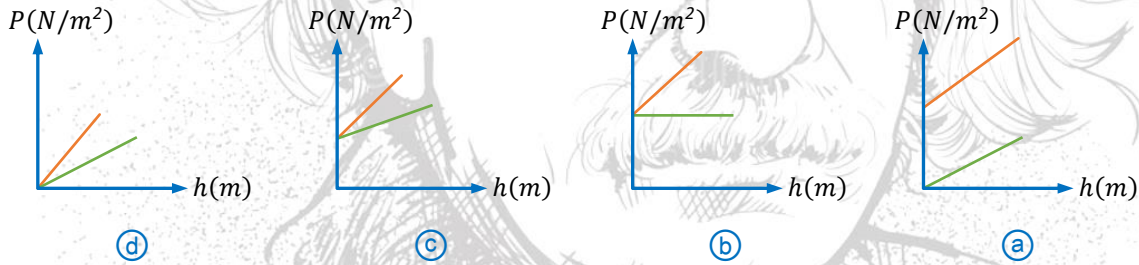
<i>Cu</i>	<i>Al</i>	<i>Fe</i>	<i>Au</i>	المعدن
				
نحاس	ألومنيوم	حديد	ذهب	
8900	2700	7850	19360	الكثافة $\text{kg/m}^3$

فإن ترتيب كتل المواد كالاتي ....

- ①  $m_{Al} > m_{Au} > m_{Cu} > m_{Fe}$  ②  $m_{Au} > m_{Fe} > m_{Cu} > m_{Al}$   
 ③  $m_{Au} > m_{Cu} > m_{Fe} > m_{Al}$  ④  $m_{Fe} > m_{Cu} > m_{Cu} > m_{Al}$

9. خزانان متماثلان بهما سائلان كثافة السائل بالخزان الثاني أكبر من كثافة السائل بالخزان الأول والخزان الأول مغلق والخزان الثاني مفتوح.

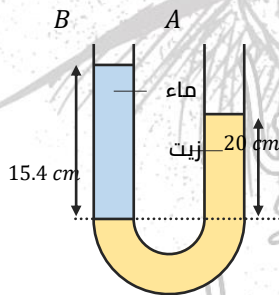
التمثيل البياني بين الضغط ( $P$ ) والعمق ( $h$ ) يكون .....



10. يوضح الشكل سائلين غير قابلين للامتزاج داخل أنبوبة على شكل

حرف U أحد فرعيها أضيق من الآخر، تكون قيمة الكثافة النسبية

للسائل B تساوي ....



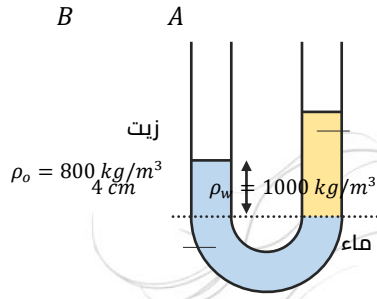
- ① 1.3 ② 0.77  
 ③ 1.1 ④ 0.9

11. إذا كان الضغط الجوي عند نقطة معينة هي  $1.03 \times 10^5\text{ Pascal}$  فإنه يكافئ ...

- ①  $1.03\text{ Bar}$  ②  $1.013\text{ Bar}$  ③  $1.03\text{ cm Hg}$  ④  $0.76\text{ cm Hg}$

12. في الشكل الموضح يكون ارتفاع الزيت عن

السطح الفاصل يساوي .....



- (a) 7 cm (b) 8 cm  
(c) 5 cm (d) 6 cm

13. البطريق يمكنه أن يتحمل ضغوطًا كبيرة تصل إلى  $P = 4.9 \times 10^6 \text{ Pascal}$

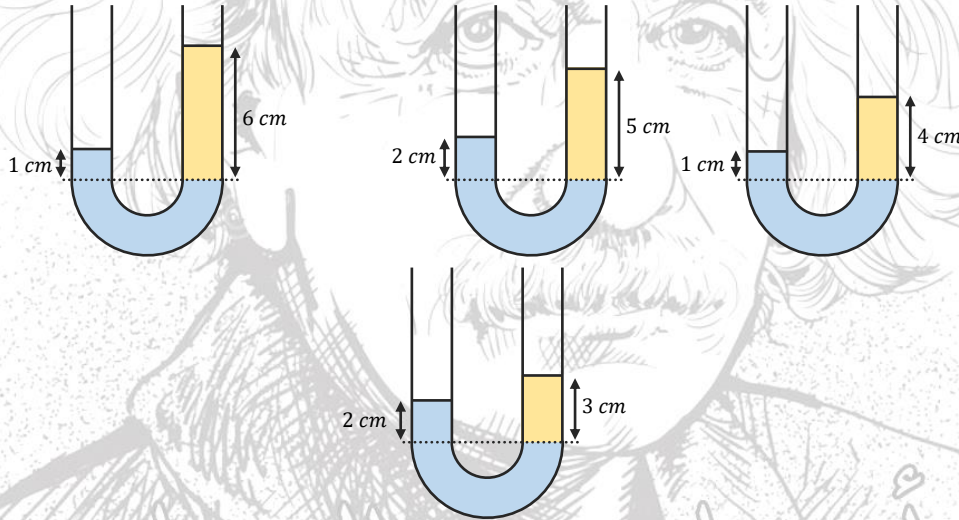
ما هو الحد الأقصى للعمق الذي يمكن للبطريق الوصول إليه في ماء البحر؟

(علماً بأن: كثافة ماء البحر  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ Pascal}$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (a) 400 m (b) 375 m (c) 475.4 m (d) 485.3 m

14. يمثل الشكل أنابيب ذات الشعبتين لقياس كثافة سوائل مختلفة حيث أن الفرع الأيسر في الأنابيب يحتوي

على ماء كثافته  $1000 \text{ kg/m}^3$



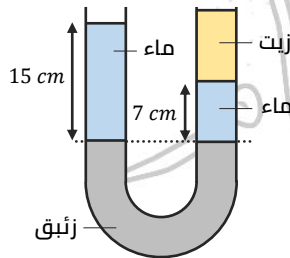
أي من الأنابيب التالية تكون فيها لكثافة النسبية للسائل 0.4؟

- (a) A (b) B  
(c) C (d) D

15. من الرسم الذي أمامك إذا علمت أن كثافة الزيت والماء على

الترتيب  $1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $800 \text{ kg/m}^3$  فتكون قيمة ارتفاع عمود

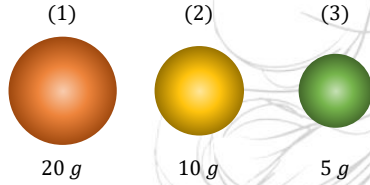
الزيت تساوي .....



- (a) 10 cm (b) 8 cm  
(c) 9 cm (d) 12 cm

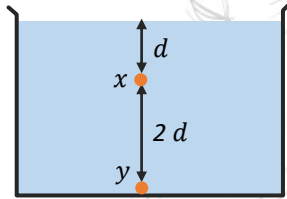
16. أنبوبة ذات شعبتين تحتوي على كمية من الماء مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الآخر، وعند صب كمية زيت في الفرع الضيق انخفض سطح الماء بمقدار  $0.6 \text{ cm}$  يكون ارتفاع عمود الزيت الذي تم صبه = (علماً بأن:  $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3, \rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

0.6 cm (a) 0.8 cm (b) 1 cm (c) 1.5 cm (d)



17. ثلاث كرات زجاجية من نفس المادة في نفس درجة الحرارة ...

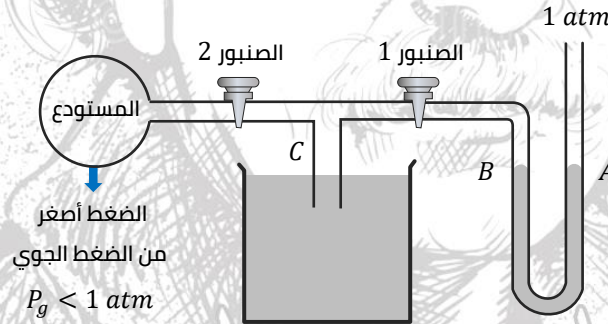
(a) كثافة الكرة (3) أكبر من كثافة الكرة (1)  
(b) كثافة الكرة (1) أكبر من كثافة الكرة (2)  
(c) كثافة الكرة (2) أكبر من كثافة الكرة (3)  
(d) كثافة الكرة (1) أكبر من كثافة الكرة (3)



18. إناء يحتوي على سائل، النسبة بين ضغط السائل عند نقطة x إلى ضغطه عند نقطة y  $\frac{P_x}{P_y}$  هي ...

(a)  $\frac{1}{1}$  (b)  $\frac{1}{3}$   
(c)  $\frac{1}{2}$  (d)  $\frac{1}{1}$

19. ماذا يحدث لسطح الزئبق عند النقاط A, B, C عند فتح الصنوبرين 1, 2 في الرسم؟

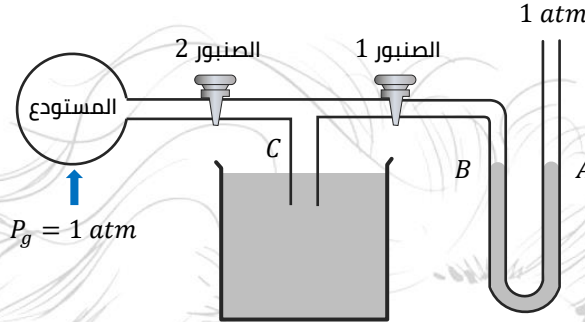


(a) C ترتفع بينما تنخفض B وترتفع A  
(b) A ينخفض - B, C يرتفعان  
(c) تظل C ثابتة بدون تغيير بينما يرتفع A, B  
(d) تظل A, B ثابتان، بينما تنخفض C

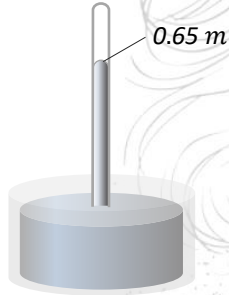
أعبد الرحمن عصام



20. من الرسم إذا علمت أن ضغط الغاز داخل المستودع يساوي الضغط الجوي، وعند فتح الصنوبرين 1, 2 فإن ارتفاع الزئبق .....



- (a) يظل كما هو عند A, B, C (b) عند A يصبح أعلى من B  
(c) عند B يصبح أعلى من A (d) عند C يصبح أعلى من B



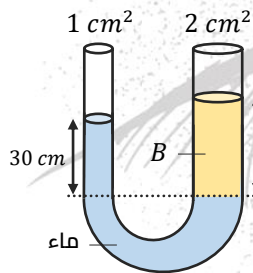
21. يمثل الشكل بارومتر زئبقي موضوع في مكان لقياس الضغط

الجوي فيه تدل قراءة البارومتر على أنه موضوع ...

- (a) في قاع بئر عميق (b) على قمة جبل  
(c) في وادي بين جبلين (d) في وادي بين جبلين

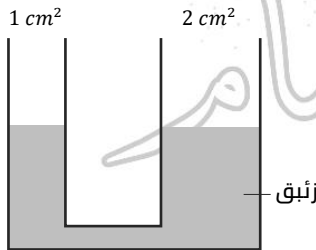
22. إذا علمت أن الضغط الجوي المعتاد عند سطح البحر  $76 \text{ cm Hg}$ ، وأن انخفاض درجة الحرارة يعمل على زيادة الضغط الجوي، أي القيم التالية توضح قيمة الضغط الجوي في الشتاء في ليلة باردة جداً؟

- (a) 0.8 متر زئبق (b) 1 ضغط جوي (c) 750 تور (d) 0.9 بار



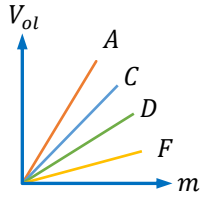
23. إذا كانت الكثافة النسبية للسائل B هو 0.8 فإن المسافة (X) تساوي ....

- (a) 37 cm (b) 37.1 cm  
(c) 37.5 cm (d) 37.2 cm



24. الرسم يوضح أنبوبة ذات شعبتين تحتوي على زئبق، عند صب كمية من الماء كتلتها 100 g في الفراغ الضيق فإن ارتفاع عمود الزئبق في الفرع الواسع فوق السطح الفاصل يساوي ....

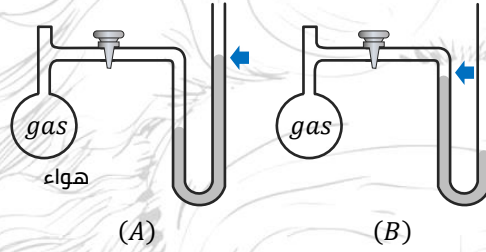
- (a) 0.05 m (b) 0.075 m  
(c) 1.05 m (d) 1 m



25. الرسم المقابل يمثل العلاقة بين حجم وكتلة عينات بول لأربعة أشخاص مختلفين فإن الشخص الذي عنده أكبر زيادة في نسبة الأملاح هو ....

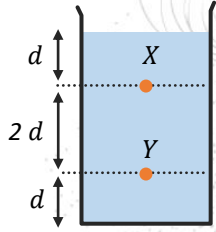
- A (a) C (b)  
D (c) F (d)

26. يمثل الشكل مانومتريين بهما زئبق



أي الاختيارات التالية يعبر عن  $\Delta P_B, \Delta P_A$  ؟

- $\Delta P_B = (-\rho gh), \Delta P_A = (-\rho gh)$  (b)  $\Delta P_B = (+\rho gh), \Delta P_A = (+\rho gh)$  (a)  
 $\Delta P_B = (-\rho gh), \Delta P_A = (+\rho gh)$  (d)  $\Delta P_B = (+\rho gh), \Delta P_A = (-\rho gh)$  (c)

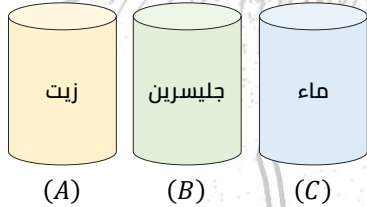


27. في الشكل المقابل خزان مملوء بسائل ما، فإذا كان ضغط السائل عند نقطة (X) يساوي 3 بار فإن ضغطه عند النقطة (Y) يساوي ...

- 4.5 بار (a) 12 بار (b)  
9 بار (c) 6 بار (d)

28. إذا علمت أن  $P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  وكثافة الماء  $10^3 \text{ kg/m}^3$  وعجلة الجاذبية  $9.8 \text{ m/s}^2$ ، فإن عمق الماء الذي تكون عنده قيمة الضغط الكلي يكافئ أربع مثال الضغط الجوي هو .....

- 28 m (a) 15 m (b) 31 m (c) 10.5 m (d)



29. ثلاثة أنابيب زجاجية متماثلة وضعت فيها أحجام متساوية من ثلاث سوائل مختلفة زيت وجليسرين وماء على الترتيب بحيث أن كتلة الماء = 100 جم، وكتلة الجليسرين = 126 جم، كتلة الزيت = 90 جم، فيكون ترتيب الكثافات هو .....

- (a)  $\rho_{\text{جليسرين}} < \rho_{\text{ماء}} < \rho_{\text{زيت}}$   
(b)  $\rho_{\text{زيت}} < \rho_{\text{جليسرين}} < \rho_{\text{ماء}}$   
(c)  $\rho_{\text{جليسرين}} < \rho_{\text{زيت}} < \rho_{\text{ماء}}$   
(d)  $\rho_{\text{ماء}} < \rho_{\text{جليسرين}} < \rho_{\text{زيت}}$

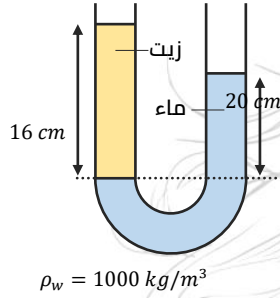
30. في أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع تحتوي كمية من الماء صب زيت في أحد فرعيها، فإذا كانت الكثافة النسبية للزيت 0.8 وكان ارتفاع الزيت 20 cm، المسافة بين السطحين العلويين للزيت والماء ...

20 cm (d)

4 cm (c)

8 cm (b)

16 cm (a)



31. من الشكل سائلين الموضح تكون الكثافة النسبية للزيت تساوي ...

0.8 (b)

0.2 (a)

0.4 (d)

0.6 (c)

32. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها ماء ثم صب زيت في أحد فرعيها فانخفض سطح الماء 1.5 cm، فإن ارتفاع عمود الزيت يساوي .....

علماً بأن:  $(\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3, \rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3)$

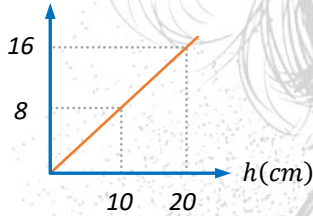
3.75 cm (d)

3.875 cm (c)

3.5 cm (b)

1.875 cm (a)

$P \times 10^2 (\text{N/m}^2)$



33. الرسم الموضح يبين العلاقة بين ضغط سائل عند عدة نقاط في

باطنه وعمق هذه النقاط، فإذا علمت أن عجلة السقوط الحر

$10 \text{ m/s}^2$ ، فإن كثافة السائل تساوي .....

8000 kg/m<sup>3</sup> (b)800 kg/m<sup>3</sup> (a)0.16 kg/m<sup>3</sup> (d)0.8 kg/m<sup>3</sup> (c)

34. الجدول التالي يوضح بعض المواد مختلفة الكثافة

المادة	حديد	نحاس	ألومنيوم
$\rho (\text{kg/m}^3)$	7900	8890	2700

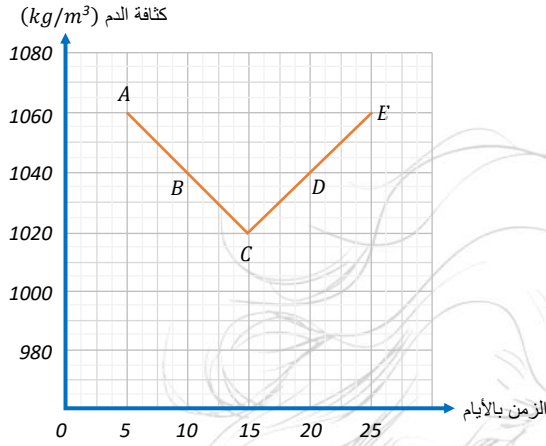
إذا تم صناعة ثلاث مكعبات متماثلة في الكتلة من المواد الثلاثة فإن الأجسام الثلاثة ...

(a) تتفق في الوزن والحجم (b) تتفق في الحجم وتختلف في الوزن

(c) تختلف في الحجم وتتفق في الوزن (d) تختلف في الحجم وتختلف في الوزن

عبدالرحمن عصام





35. الشكل البياني المقابل يوضح التغير في كثافة

الدم لشخص تحت الملاحظة الطبية خلال 30 يومًا،

أي الفترات توضح إصابة الشخص بالأنيميا ....

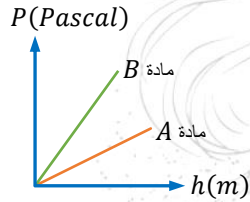
(a)  $CD, AB$  (b)  $BC, DE$

(c)  $CD, BC$  (d)  $DE, AB$

36. إذا كان ضغط الهواء داخل إطار  $4 \text{ atm}$  فإن الضغط داخل الإطار يساوي .....

(a)  $4.052 \text{ Pascal}$  (b)  $4.052 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

(c)  $306 \text{ cm Hg}$  (d)  $4.052 \text{ Bar}$



37. يبين الرسم البياني العلاقة بين الضغط لسائلين مختلفين وارتفاع

عمود السائل ( $h$ ) لتجرتين منفصلتين، فإذا كان ميل الخط المستقيم

A يساوي 7900 وميل الخط المستقيم B هو 9800، فأى الاختيارات

التالية صحيحة؟

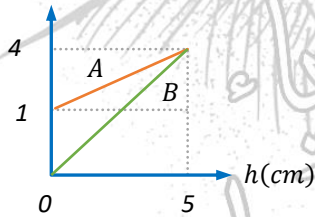
(a)  $\rho_B = \rho_A$  (b)  $\rho_B > \rho_A$

(c)  $\rho_A = 9.8 \rho_B$  (d)  $\rho_A = 2 \rho_B$

38. إذا علمت أن قيمة الضغط الجوي عند النقطة معينة تساوي  $0.75 \text{ atm}$  لذلك فإنه يكافئ ..... باسكال.

(a)  $7.5 \times 10^3$  (b)  $7.52 \times 10^5$  (c)  $7.5 \times 10^4$  (d)  $7.52 \times 10^2$

( $\text{N/m}^2 \times 10^5$ )



39. في الشكل البياني المقابل A, B سائلان مختلفان، فإن النسبة بين

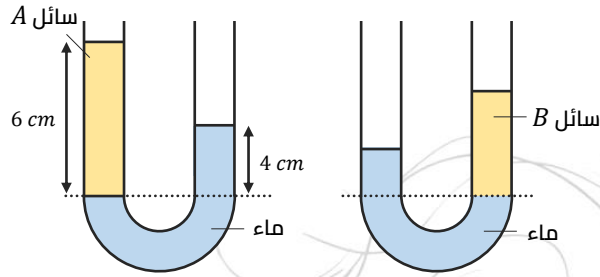
كثافة السائل B إلى كثافة السائل A هي .....

(a)  $\frac{4}{5}$  (b)  $\frac{5}{4}$

(c)  $\frac{3}{4}$  (d)  $\frac{4}{3}$

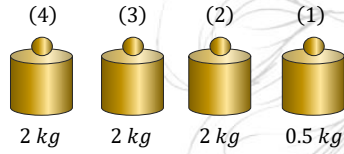
40. إذا علمت أن الضغط عند نقطة  $10^5 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$  فإنه يعادل .....

(a)  $10^5$  بار (b) 76 سنتيمتر زئبق (c) 1 بار (d) 760 بار



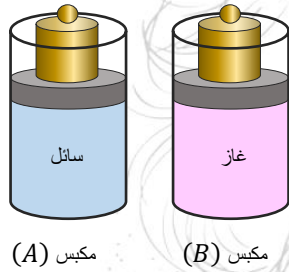
41. من الرسم المقابل إذا كانت النسبة بين الكثافة للسائل A إلى الكثافة النسبية للسائل B  $\frac{8}{3}$  فتكون الكثافة النسبية للسائل B = .....

- (a) 1.25 (b) 1.56  
(c) 0.56 (d) 0.25



42. لديك أربعة أجسام متساوية من أجسام مختلفة 1, 2, 3, 4 كما بالرسم، فأى الأجسام يكون أكبر كثافة نسبية ....

- (a) 4 (b) 3  
(c) 2 (d) 1

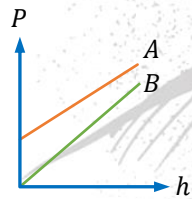


43. في الشكل المقابل أي المكسبين يتحرك لأسفل نتيجة وضع كتلة مقدارها 50 k فوق المكبس؟

- (a) المكبس (A) (b) المكبس (B)  
(c) لا يتحرك كل منهما (d) كلا المكسبين (A), (B)

44. وضع جسمين (A, B) على عمقين مختلفين (15, 20 m) على الترتيب في إناء مغلق مملوء بالماء فإن النسبة بين الضغط الواقع على الجسم B إلى الضغط الواقع على الجسم A يساوي .....

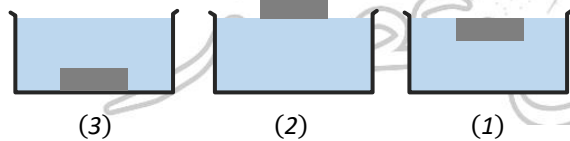
- (a)  $\frac{5}{4}$  (b)  $\frac{4}{5}$  (c)  $\frac{3}{4}$  (d)  $\frac{4}{3}$



45. يمثل الرسم العلاقة بين الضغط عند نقطة في باطن سائلين مختلفين A, B وعمق هذه النقطة في السائلين.

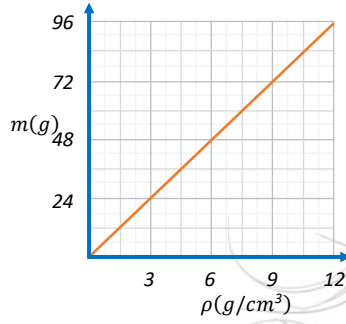
فأى من الاختيارات التالية صحيح؟

- (a)  $\rho_A > \rho_B$  حيث A معرض للهواء  
(b)  $\rho_A > \rho_B$  في A غير معرض للهواء  
(c)  $\rho_A < \rho_B$  حيث A معرض للهواء  
(d)  $\rho_A < \rho_B$  في A غير معرض للهواء

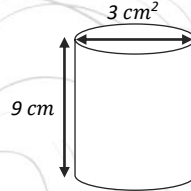


46. وضعت ثلاث مكعبات متماثلة من النحاس داخل ثلاث سوائل مختلفة كما بالرسم وعند حساب كثافة كل سائل فإن .....

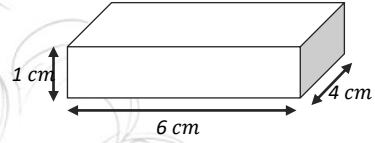
- (a)  $\rho_3 > \rho_1 > \rho_2$  (b)  $\rho_2 > \rho_3 > \rho_1$   
(c)  $\rho_2 < \rho_1 > \rho_2$  (d)  $\rho_3 < \rho_2 > \rho_1$



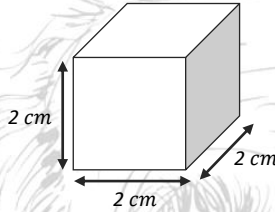
47. الشكل البياني يمثل العلاقة بين الكتلة والكثافة لعدد من المواد المختلفة عند ثبوت الحجم، أي من الأشكال التالية يمثل حجم أحد هذه المواد؟



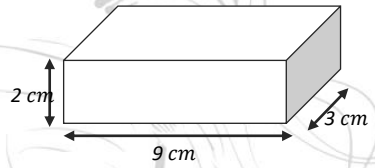
(b)



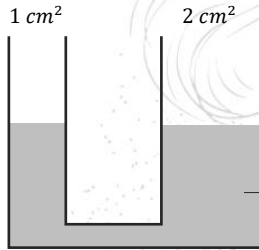
(a)



(d)



(c)



48. الرسم يوضح أنبوبة ذات شعبتين ملئت بالماء حتى وصل ارتفاع الماء في الشعبتين  $\frac{2}{3}$  من ارتفاع الأنبوبة، ثم صب سائل في الفرع الضيق حتى وصل السائل إلى حافة الأنبوبة فإذا علمت أن  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$  ( $\rho_{liquid} = 800 \text{ kg/m}^3$ ) فإن طول عمود السائل فوق السطح الفاصل يساوي .....

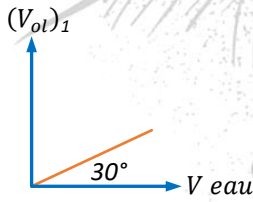
21.43 cm (b)

31.43 cm (a)

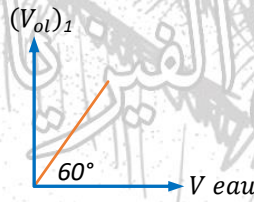
17.43 cm (d)

11.43 cm (c)

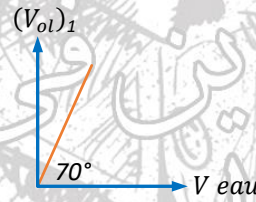
49. لديك أربعة أشكال بيانية تمثل علاقة بين حجوم كتل متساوية من مواد مختلفة وحجم نفس الكتل من الماء، فإن المادة الأكبر كثافة نسبة هي .....



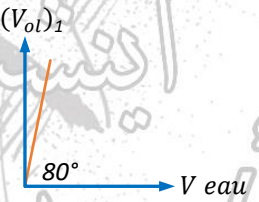
(d)



(c)



(b)



(a)

50. عند قياس كثافة حجوم متساوية من عينات دم مختلفة

عينة	1	2	3	4
كتلة (gm)	21	22	23	24



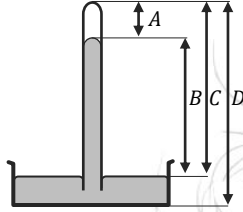
فإذا علمت أن كثافة الدم للشخص السليم  $1060 \text{ kg/m}^3$  وحجم عينة الدم يساوي  $2.67 \times 10^{-5} \text{ m}^3$  فإن عينة الدم للشخص المصاب بالأنيميا هي .....

4 (d)

3 (c)

2 (b)

1 (a)



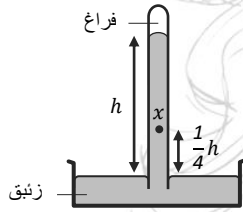
51. الشكل المقابل يوضح بارومتر زئبقي، أي الارتفاعات التالية يعبر عن قيمة الضغط الجوي؟

B (b)

A (a)

D (d)

C (c)



52. الشكل المقابل يوضح بارومتر زئبقي فإذا كان ارتفاع عمود الزئبق  $h$  عندما كان الضغط الجوي  $1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ، فإن قيمة الضغط الجوي عند النقطة X هي .....

 $6.73 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  (b) $1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  (a) $7.58 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  (d) $2.52 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  (c)

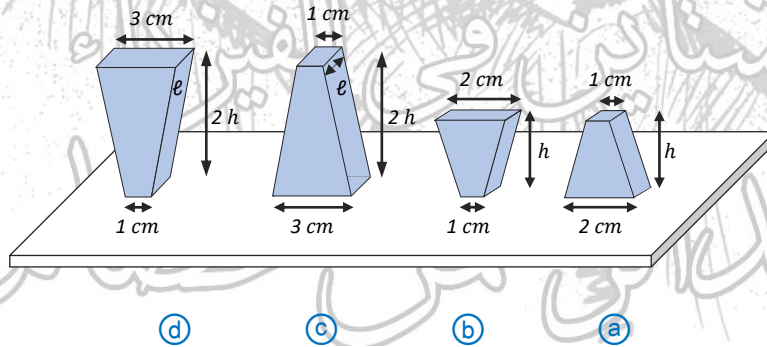
53. مكبس هيدروليكي فائدته الآلية 100 ونصف قطر مكبسه الكبير  $30 \text{ cm}$ ، فإن مساحة مقطع مكبسه الصغير تساوي ....

 $12 \pi \text{ cm}^2$  (d) $9 \pi \text{ cm}^2$  (c) $6 \pi \text{ cm}^2$  (b) $3 \pi \text{ cm}^2$  (a)

54. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ارتفاعها الرأسى  $80 \text{ cm}$  ملئت لمنتصفها بالجليسرين ثم صب سائل آخر في أحد فرعيها حتى حافته، فيكون ارتفاع الجليسرين فوق السطح الفاصل .....  
(علماً بأن: كثافة السائل =  $945 \text{ kg/m}^3$ ، كثافة الجليسرين =  $1260 \text{ kg/m}^3$ )

 $48 \text{ cm}$  (d) $36 \text{ cm}$  (c) $24 \text{ cm}$  (b) $12 \text{ cm}$  (a)

55. الأشكال التالية توضح أربعة أجسام مختلفة مصنوعة من نفس المعدن ولها نفس الشكل وموضوعة على مستوى أفقى واحد، فأى منها يؤثر بضغط أكبر على المستوى الأفقى؟



(d)

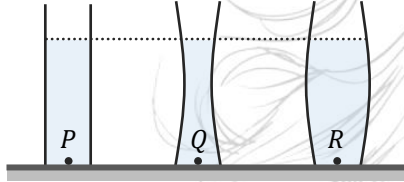
(c)

(b)

(a)

56. أسطوانة من الألومنيوم سميكة مفرغة ومغلقة من أحد نهايتها كتلتها  $5\text{ kg}$  وارتفاعها  $30\text{ cm}$  ونصف قطرها الخارجي  $20\text{ cm}$ ، فإذا تم ملئ الأسطوانة بالزيت فإن كتلة الزيت تساوي تقريبًا .....  
(علماً بأن: كثافة الألومنيوم  $= 2700\text{ kg/m}^3$ ، كثافة الزيت  $800\text{ kg/m}^3$ )

(a)  $83\text{ kg}$  (b)  $68\text{ kg}$  (c)  $29\text{ kg}$  (d)  $27\text{ kg}$

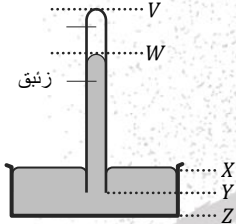


57. الشكل المقابل يوضح ثلاثة أواني مختلفة الشكل لها نفس مساحة القاعدة ويحتوي كل منها على كمية من الماء لها نفس الارتفاع، فيكون .....

(a) الضغط عند النقطة P أكبر من الضغط عند كل من النقطتين Q, R  
(b) الضغط عند النقطة Q أقل من الضغط عند كل من النقطتين R, P  
(c) الضغط عند النقطة R أكبر من الضغط عند كل من النقطتين Q, P  
(d) الضغط عند النقاط Q, P متساوٍ

58. صندوقان مفتوحان متجاوران الأول مكعب الشكل طول ضلعه  $20\text{ cm}$  والثاني على شكل متوازي مستطيلات بعدي قاعدته  $20\text{ cm}$ ,  $40\text{ cm}$  وارتفاعه  $30\text{ cm}$ ، فإن النسبة بين قوة ضغط الهواء على قاعدة الصندوقين  $\frac{F_1}{F_2}$  تساوي ....

(a)  $\frac{1}{1}$  (b)  $\frac{1}{2}$  (c)  $\frac{1}{3}$  (d)  $\frac{1}{4}$



59. الشكل المقابل يوضح بارومتر زئبقي، عند زيادة الضغط الجوي فإن المسافة التي تزداد هي ....

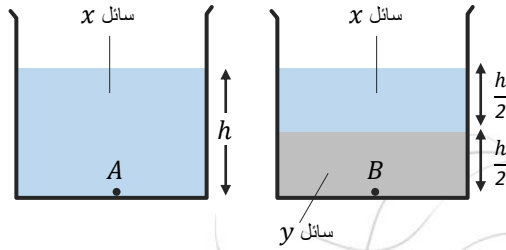
(a) VW (b) WY  
(c) XY (d) XZ

60. كأس كتلته وهو مملوء تمامًا بالماء  $1\text{ kg}$  فإذا وضع بداخله جسم كتلته  $375\text{ g}$  أزيحت كمية من الماء كتلتها  $40\text{ g}$  خارج الكأس، فإن الكثافة النسبية لمادة الجسم تساوي ....

(a)  $7.925$  (b)  $8.82$  (c)  $9.375$  (d)  $10.5$

61. كل مما يلي متحقق عند استخدام مكبس هيدروليكي مثالي ما عدا أن .....

(a) يتحرك أحد المكبسين مسافة أكبر من المكبس الآخر  
(b) تزداد القوة المؤثر على أحد المكبسين عن القوة المؤثرة على المكبس الآخر  
(c) تكون مساحة مقطع أحد المكبسين أكبر من مساحة مقطع المكبس الآخر  
(d) يكون الشغل المبذول على أحد المكبسين أكبر من الشغل الناتج على المكبس الآخر



62. من الشكلين المقابلين إذا علمت أن كثافة السائل  $y$

ضعف كثافة السائل  $x$  الذي كثافته  $\rho$ , فإن الفرق بين الضغط عند النقطة  $B$  والضغط عند النقطة  $A$  يساوي ...

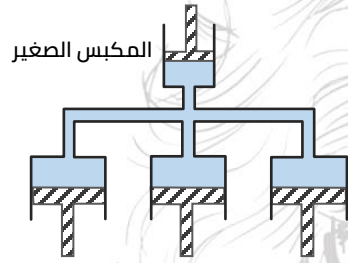
$\rho gh$  (a)  $-\rho gh$  (b)

$\rho gh \div 2$  (c)  $-2 \rho gh$  (d)

63. إناء يحتوي على سائل كثافته  $\rho_1$  وضغطه عند قاعدة الإناء  $P_1$  وعند استبدال السائل بسائل آخر كثافته  $\rho_2$  له

نفس الحجم أصبح ضغط السائل عند قاعدة الإناء  $P_2$ , فتكون النسبة بين  $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$  هي ....

$\frac{1}{1}$  (a)  $\frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_1}$  (b)  $\frac{\rho_1}{\rho_2}$  (c)  $\frac{\rho_2}{\rho_1}$  (d)



64. الشكل المقابل يوضح نظام مكبس هيدروليكي في أحد المصانع، فإذا

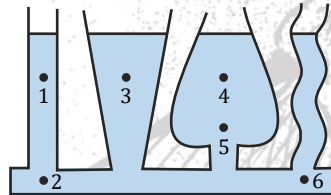
كانت مساحة مقطع المكبس الصغير  $7.5 \text{ cm}^2$  ومساحة مقطع كل مكبس من مكابس تحريك الآلات  $200 \text{ cm}^2$  وأثرت قوة  $270 \text{ N}$  على المكبس الصغير تكون القوة الناتجة على كل مكبس من مكابس تحريك الآلات هي .....

$720 \text{ N}$  (a)  $2160 \text{ N}$  (b)

$7200 \text{ N}$  (c)  $21600 \text{ N}$  (d)

65. عند خلط كتلتين متساويتين من سائلين لا يتفاعلان كثافتهما  $\rho$ ،  $2\rho$ ، فإن كثافة الخليط تساوي ...

$\rho$  (a)  $2\rho$  (b)  $\frac{4}{3}\rho$  (c)  $\frac{3}{2}\rho$  (d)



66. الشكل المقابل يوضح أواني مستطرفة قاعدتها في مستوى

أفقي واحد، وضع بها كمية من سائل متجانس فعند الاتزان تكون النقاط التي لها نفس الضغط هي ....

$2, 1$  (a)  $5, 4$  (b)

$2, 6$  (c)  $5, 3$  (d)

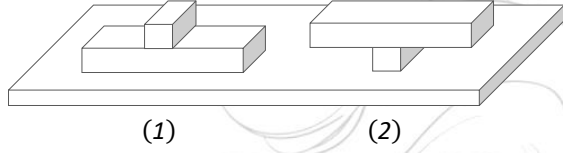
67. مكبس هيدروليكي قطر أحد مكبسية ضعف قطر المكبس الآخر، فإذا تحرك المكبس الصغير مسافة  $y$  إلى

أسفل فإن المسافة التي يتحركها المكبس الكبير إلى أعلى تساوي ...

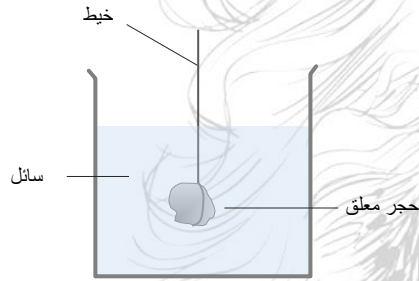
$y$  (a)  $2y$  (b)  $\frac{y}{2}$  (c)  $\frac{y}{4}$  (d)



68. جسم صلب موضوع على سطح الأرض كما في الشكل (1) فإذا قلب الجسم ليصبح كما في الشكل (2)، فإن القوة والضغط اللذين يؤثر بهما الجسم على الأرض



الضغط	القوة	
يزداد	تزداد	(a)
يظل ثابت	تزداد	(b)
يزداد	تظل ثابتة	(c)
يظل ثابت	تظل ثابتة	(d)



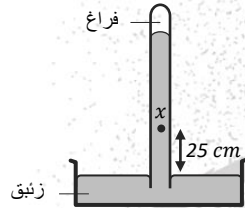
69. مستعينا بالشكل المقابل أي مما يأتي يتسبب في زيادة

ضغط السائل المؤثر على السطح العلوي للحجر؟

- (a) تقليل مساحة سطح الحجر
- (b) زيادة كتلة الحجر
- (c) زيادة عمق الحجر داخل السائل
- (d) استخدام سائل آخر أقل كثافة

70. مكبس هيدروليكي النسبة بين قطري مكبسيه 2 : 5 إذا تم التأثير على مكبسه الصغير بقوة مقدارها 400 N، فإن أكبر كتلة توضع على المكبس ليحدث اتزان للمكبسين ويكونا في مستوى أفقي واحد تساوي ..... (علماً بأن:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (a) 2500 kg
- (b) 250 kg
- (c) 64 kg
- (d) 6.5 kg



71. الشكل المقابل يوضح بارومتر زئبقي استخدم لتعيين الضغط الجوي

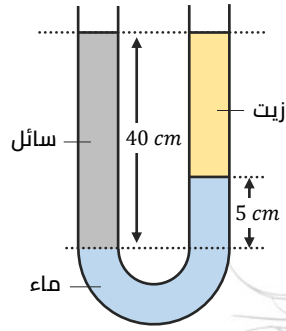
فكان  $75 \text{ cm Hg}$  فإن الضغط عند النقطة X يساوي ....

(علماً بأن:  $\rho_{\text{زئبق}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

- (a)  $66.64 \times 10^3 \text{ Pa}$
- (b)  $66.64 \times 10^5 \text{ Pa}$
- (c)  $33.32 \times 10^3 \text{ Pa}$
- (d)  $33.32 \times 10^5 \text{ Pa}$

72. يقوم رجلان بإجراء صيانة وإصلاح لسقف ضعيف وذلك باستخدام لوح خشبي، فإذا كان وزن اللوح الخشبي 400 N ووزن الرجلين معاً 1600 N ومساحة تلامس اللوح الخشبي مع سطح السقف  $0.8 \text{ m}^2$  فإن الضغط الكلي المؤثر على السقف والنتاج عن وزن اللوح والرجلين يساوي .....

- (a)  $320 \text{ N/m}^2$
- (b)  $2000 \text{ N/m}^2$
- (c)  $2500 \text{ N/m}^2$
- (d)  $5000 \text{ N/m}^2$

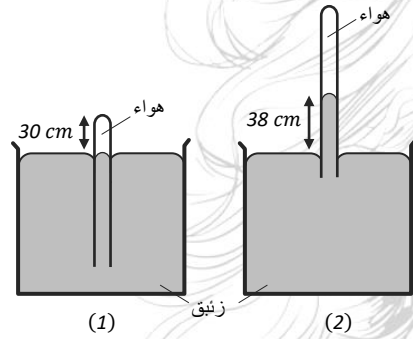


73. من الشكل المقابل إذا علمت أن الكثافة النسبية للزيت 0.8، فإن

الكثافة النسبية للسائل تساوي .....

0.825 (a) 0.835 (b)

0.915 (c) 0.935 (d)



74. إذا رفعت الأنبوبة في الشكل (1) لأعلى حتى أصبح ارتفاع

الزئبق فيها 38 cm كما في الشكل (2)، يكون ارتفاع

الأنبوبة فوق سطح الزئبق هو .....

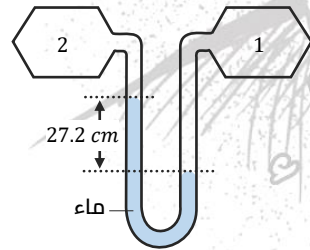
(علماً بأن:  $P_a = 76 \text{ cm Hg}$ )

38 cm (a) 60 cm (b)

80 cm (c) 98 cm (d)

75. خزانان مفتوحان الأول يحتوي على سائل  $x$  كثافته  $800 \text{ kg/m}^3$  والثاني يحتوي على سائل  $y$  كثافته  $120 \text{ kg/m}^3$ ، فأى الاختيارات التالية يمثل عمق السائل في كل خزان والذي عنده يتساوى ضغط السائلين؟

عمق السائل $x$ في الخزان	في الخزان $y$ عمق السائل	
8 m	20 m	(a)
10 m	15 m	(b)
15 m	10 m	(c)
20 m	8 m	(d)



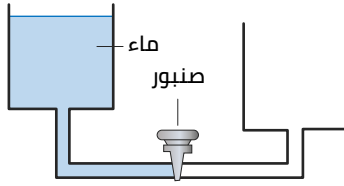
76. الشكل المقابل يوضح مانومتر مائي يتصل كل فرع له بمستودع

غازي فإذا كان ضغط الغاز في المستودع (1) هو  $76 \text{ cm Hg}$ ، فإن

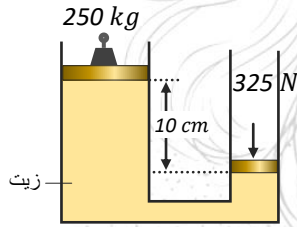
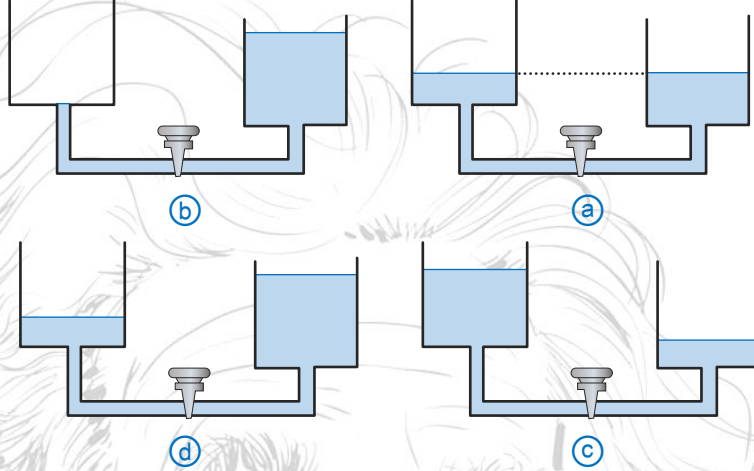
ضغط الغاز في المستودع (2) يساوي .....

72 cm Hg (a) 74 cm Hg (b)

78 cm Hg (c) 80 cm Hg (d)



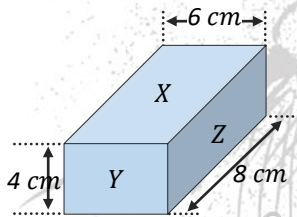
77. الشكل المقابل يوضح إناءين رأسيين يتصلان عبر أنبوبة أفقية تحتوي على صنبور، فأى مما يأتي يوضح ما يحدث لسطح الماء في الإناءين عند فتح الصنبور؟



78. الشكل المقابل يوضح مكبس هيدروليكي في حالة اتزان، إذا كانت مساحتي مقطعي مكبسيه  $0.1 \text{ m}^2$ ,  $1 \text{ m}^2$ ، فإن كثافة الزيت تساوي .....

(علماً بأن:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (a)  $600 \text{ kg/m}^3$  (b)  $750 \text{ kg/m}^3$   
(c)  $800 \text{ kg/m}^3$  (d)  $950 \text{ kg/m}^3$



79. الشكل المقابل يوضح صندوق على شكل متوازي مستطيلات موضوع على سطح أفقي، فعلى أي وجه يوضع الصندوق ليكون له أقل ضغط على السطح الأفقي؟

- (a) الوجه X (b) الوجه Y  
(c) الوجه Z (d) الضغط متساوي لجميع الأوجه

80. إذا كانت كتلة سيارة  $1200 \text{ kg}$  والمساحة الكلية لتلامس إطاراتها الأربعة مع الطريق  $30 \text{ cm}^2$ ، فإن الضغط الذي يؤثر به الإطار الواحد على الطريق يساوي .....

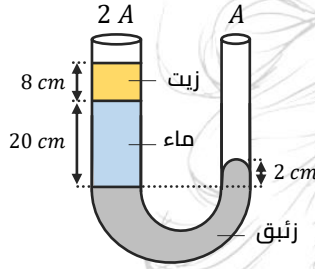
(علماً بأن:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- (a)  $1 \text{ MPa}$  (b)  $2.5 \text{ MPa}$  (c)  $3.2 \text{ MPa}$  (d)  $4 \text{ MPa}$



81. عدة علب معدنية مختلفة في الحجم والشكل جميعها مملوء بنفس السائل لنفس الارتفاع، وبالتالي فإن

- .....
- (a) وزن السائل متساوي في جميع العلب  
(b) أكبر ضغط يؤثر به السائل على قاعدة العلبة التي لها أقل مساحة قاعدة  
(c) أقل ضغط يؤثر به السائل على قاعدة العلبة التي لها أكبر مساحة قاعدة  
(d) الضغط الذي يؤثر به السائل على قاعدة جميع العلب متساوي



82. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين بها ثلاثة سوائل متزنة،

فتكون كثافة الزيت .....

(علماً بأن:  $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{Hg} = 800 \text{ kg/m}^3$ )

- (a)  $800 \text{ kg/m}^3$  (b)  $850 \text{ kg/m}^3$   
(c)  $900 \text{ kg/m}^3$  (d)  $925 \text{ kg/m}^3$

83. يقف رجل بقدميه على الأرض، فأى من الأنشطة التالية تتسبب في زيادة ضغط الرجل الذي يؤثر به على الأرض؟

- (a) عندما ينحني الرجل ببطء  
(b) عندما يستلقي الرجل أفقياً على الأرض  
(c) عندما يرفع الرجل كلتا ذراعيه ببطء  
(d) عندما يقف الرجل بقدم واحدة على الأرض

84. خلط حجمان متساويان من مادتين مختلفتين لا يتفاعلان مع بعضهما وكثافتهما  $6000 \text{ kg/m}^3$

$2000 \text{ kg/m}^3$ ، فإن كثافة الخليط تساوي ....

- (a)  $3000 \text{ kg/m}^3$  (b)  $4000 \text{ kg/m}^3$  (c)  $5300 \text{ kg/m}^3$  (d)  $5500 \text{ kg/m}^3$

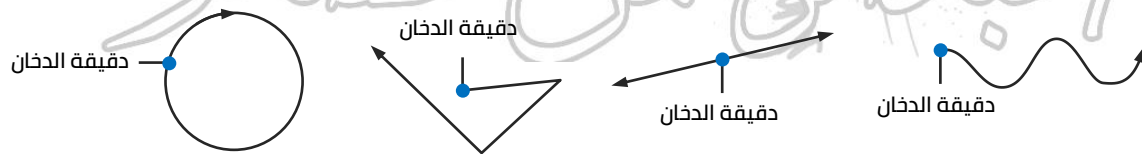
85. كمية من غاز النيتروجين حجمها  $2 \text{ liter}$  في  $STP$ ، إذا رفعت درجة حرارتها بمقدار  $27^\circ\text{C}$  يكون الضغط الواقع على الغاز حتى يظل حجمه ثابت دون تغير هو .....

- (a)  $0.9 \text{ atm}$  (b)  $1.1 \text{ atm}$  (c)  $2.09 \text{ atm}$  (d)  $2.09 \text{ atm}$

86. إذا كان الضغط الذي يؤثر به كل إطار من الإطارات الأربعة لسيارة على سطح الأرض يساوي  $5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  ومساحة تلامس الإطار الواحد مع الأرض هي  $50 \text{ cm}^2$ ، فإن كتلة السيارة .....

- (a)  $250 \text{ kg}$  (b)  $500 \text{ kg}$  (c)  $1000 \text{ kg}$  (d)  $2500 \text{ kg}$  ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

87. أي من الأشكال التالية يمثل مسار حركة إحدى دقائق الدخان في الهواء؟



(d)

(c)

(b)

(a)

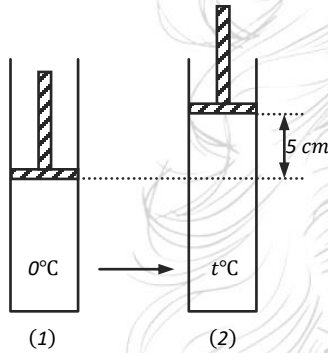
88. كمية من غاز حجمها 4 L عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$ ، فإذا رفعت درجة حرارتها إلى  $100^{\circ}\text{C}$ ، بينما ظل ضغطها ثابتاً فإن حجمها يصبح .....

5.9 L (d)

4.9 L (c)

5.09 L (b)

4.09 L (a)



89. الشكل (1) يوضح إناء أسطوانى مساحة مقطعه  $66 \text{ cm}^2$  مزود بمكبس مهممل الاحتكاك قابل للحركة يدبس بداخله كمية من غاز حجمها  $1000 \text{ cm}^3$  عند درجة حرارة  $0^{\circ}\text{C}$  وعندما رفعت درجة حرارة الغاز إلى  $t^{\circ}\text{C}$  تحرك المكبس لأعلى مسافة 5 cm كما بالشكل (2)، بفرض ثبوت ضغط الغاز المحبوس تكون قيمة  $t$  تقريباً هي .....

27°C (b)

0°C (a)

90°C (d)

70°C (c)

90. يحتوي بالون على كمية معينة من غاز عند درجة حرارة  $17^{\circ}\text{C}$  فإذا رفعت درجة حرارة الغاز إلى  $307^{\circ}\text{C}$  تكون النسبة بين حجمه قبل وبعد التسخين بفرض ثبوت الضغط هي ....

$\frac{1}{2}$  (d)

$\frac{1}{5}$  (c)

$\frac{3}{4}$  (b)

$\frac{3}{2}$  (a)

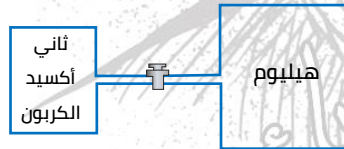
91. كمية من غاز مثالي موضوعة داخل إناء محكم الغلق ضغطها  $P$  عند درجة حرارة  $17^{\circ}\text{C}$ ، فإذا رفعت درجة حرارتها مع ثبوت حجمها ليصبح ضغطها  $2P$  تكون درجة حرارتها النهائية بإهمال تمدد الإناء هي ....

600°C (d)

500°C (c)

450°C (b)

327°C (a)



92. الشكل المقابل يوضح مستودعين زجاجيين متصلين بواسطة أنبوبة مهمة الحجم، الأول يحتوي على  $100 \text{ cm}^3$  من غاز ثاني أكسيد الكربون تحت ضغط  $80 \text{ cm Hg}$  والثاني يحتوي على  $150 \text{ cm}^3$  من غاز الهيليوم تحت ضغط  $76 \text{ cm Hg}$ ، فإذا فتح الصمام بين المستودعين فإن ضغط الخليط بفرض ثبوت درجة الحرارة يساوي .....

77.6 cm Hg (b)

76.8 cm Hg (a)

79.2 cm Hg (d)

88.4 cm Hg (c)

93. كمية من غاز مثالي حجمها  $10 \text{ m}^3$  عند درجة حرارة  $273^{\circ}\text{C}$ ، فإذا انخفضت درجة حرارتها إلى  $10^{\circ}\text{C}$  وقُلَّ حجمها إلى  $5 \text{ m}^3$  فإن .....

كثافتها تقل (d)

كثافتها لا تتغير (c)

ضغطها يزداد (b)

ضغطها لا يتغير (a)

94. بالون مملوء بـ  $100 \text{ m}^3$  من غاز الهيليوم عند درجة حرارة  $27^\circ\text{C}$  وتحت الضغط الجوي المعتاد  $1 \text{ atm}$ ، إذا ارتفع البالون لأعلى إلى ارتفاع ما من سطح الأرض حيث الضغط الجوي  $0.65 \text{ atm}$  ودرجة الحرارة  $3^\circ\text{C}$  يصبح حجمه تقريباً .....

- (a)  $96.6 \text{ m}^3$  (b)  $99.3 \text{ m}^3$  (c)  $100.1 \text{ m}^3$  (d)  $141.5 \text{ m}^3$

95. كمية من غاز عند  $0^\circ\text{C}$  حجمها  $450 \text{ cm}^3$ ، فإذا رفعت درجة حرارة الغاز إلى درجة حرارة مطلقة  $T$  مع ثبوت ضغطه أصبح حجمه  $V_{ol}$ ، أي من الاختيارات التالية يمثل قيم ممكنة لـ  $V_{ol}, T$ ؟

$V_{ol} \text{ cm}^3$	$T \text{ K}$	
550	100	(a)
541	364	(b)
600	423	(c)
600	364	(d)

96. صب سائل داخل إناء أسطوانى الشكل حتى وصل السائل إلى منتصف الإناء وتم تقدير كثافة السائل فكانت  $\rho$ ، فإذا صب الميزيت من هذا السائل ليملاً الإناء تماماً مع ثبوت درجة حرارة السائل، فإن كثافة السائل تساوي .....

- (a)  $\rho$  (b)  $2\rho$  (c)  $\frac{1}{2}\rho$  (d)  $\frac{3}{2}\rho$



97. الشكل المقابل يوضح أسطوانة منتظمة المقطع مزودة بمكبس قابل للحركة مهمل الاحتكاك يحبس كمية من غاز عند  $0^\circ\text{C}$  حجمها  $V_{ol}$ ، فإذا زادت درجة حرارة الغاز إلى  $546^\circ\text{C}$  مع ثبوت الضغط يكون التغير في حجم الغاز هو ....

- (a)  $V_{ol}$  (b)  $2 V_{ol}$  (c)  $3 V_{ol}$  (d)  $4 V_{ol}$

98. كمية من غاز كثافتها  $1.25 \text{ kg/m}^3$  تحت ضغط  $1 \text{ atm}$ ، فإذا زاد ضغط الغاز إلى  $1.5 \text{ atm}$  مع ثبوت درجة حرارة الغاز تصبح كثافته ....

- (a)  $0.875 \text{ kg/m}^3$  (b)  $1.75 \text{ kg/m}^3$  (c)  $1.875 \text{ kg/m}^3$  (d)  $2.075 \text{ kg/m}^3$

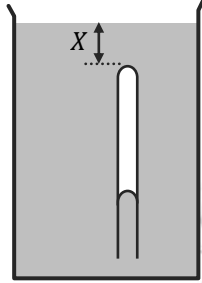
99. بالون يحتوي على كمية من غاز حجمها  $150 \text{ mL}$  تحت ضغط معين ودرجة حرارة مطلقة  $T$  فإذا تضاعف ضغط الغاز وانخفضت درجة حرارته المطلقة فأصبحت ثلاثة أرباع قيمتها الأولى، فإن حجم الغاز في البالون يصبح ....

- (a)  $25 \text{ mL}$  (b)  $37.5 \text{ mL}$  (c)  $56.25 \text{ mL}$  (d)  $75 \text{ mL}$



100. كمية من غاز ضغطها  $6 \text{ atm}$  عند درجة حرارة  $27^\circ\text{C}$ , فإذا زادت درجة حرارتها السيليزية إلى  $t$  مع ثبوت حجمها أصبح ضغطها  $9 \text{ atm}$  فإن قيمة  $t$  هي ....

- 73°C (a) 177°C (b) 200°C (c) 450°C (d)



101. الشكل المقابل يوضح أنبوبة منتظمة المقطع طولها  $15 \text{ cm}$  نكسب ثم غمرت في حوض به زئبق حتى ارتفع الزئبق داخل الأنبوبة بمقدار  $5 \text{ cm}$ , بفرض ثبوت درجة الحرارة تكون المسافة  $X$  هي .....  
(علماً بأن:  $P_a = 76 \text{ cm Hg}$ )

- 20 cm (a) 24 cm (b) 28 cm (c) 38 cm (d)

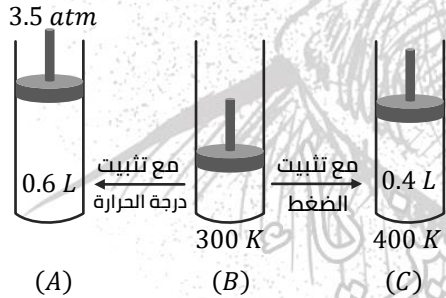
102. إناء حجمه  $2.05 \text{ L}$  مفتوح وموضوع داخل مبرد عند درجة حرارة  $5^\circ\text{C}$ , فإذا تم إخراجها من المبرد حتى أصبحت درجة حرارته  $21^\circ\text{C}$  فيكون حجم الهواء المتسرب من الإناء هو .....

- 0.05 L (a) 0.12 L (b) 1.93 L (c) 2.17 L (d)

103. كمية من غاز الأرجون كثافتها في  $STP$  هي  $1.56 \text{ kg/m}^3$ , فإذا ملئ مصباح كهربائي حجمه  $100 \text{ m}^3$  بتلك الكمية كانت درجة حرارة الغاز داخل المصباح  $55^\circ\text{C}$ , وضغطه  $700 \text{ mm Hg}$ , فإن كتلة غاز الأرجون في المصباح تساوي .....

- $2 \times 10^{-4} \text{ kg}$  (a)  $1.2 \times 10^{-4} \text{ kg}$  (b)  $1.5 \times 10^{-4} \text{ kg}$  (c)  $10^{-4} \text{ kg}$  (d)

104. الشكل المقابل يوضح تغير ظروف تجربة قام بها أحد الطلبة على كمية من غاز باستخدام أسطوانة ثابتة الحجم ومكبس مهمل الاحتكاك قابل للحركة, فيكون .....



حجم الغاز في الحالة B (L)	ضغط الغاز في الحالة B (atm)	
0.3	6	(a)
0.3	7	(b)
0.7	6	(c)
0.7	7	(d)

105. كمية من غاز ضغطها  $P$  عند  $5^\circ\text{C}$ , فإن درجة الحرارة اللازمة ليزداد ضغط الغاز إلى  $2P$  مع ثبوت حجمه تساوي .....

- 1390 K (a) 556 K (b) 536 K (c) 283 K (d)

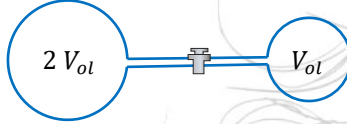
106. أسطوانة مزودة بمكبس قابل للحركة ومهمل الاحتكاك يحبس كمية معينة من غاز حجمها  $20\text{ L}$  عند درجة حرارة  $27^\circ\text{C}$ ، فإن مقدار الزيادة في درجة الحرارة بالسيلزيوس اللازم لزيادة حجم الغاز إلى  $30\text{ L}$  بحيث يظل ضغط الغاز ثابت يساوي .....

600°C (d)

450°C (c)

177°C (b)

150°C (a)



107. الشكل المقابل يوضح مستودعين يتصلان بواسطة أنبوبة مهملة الحجم مزودة بصمام أحدهما مفرع وحجمه  $2V_{0l}$  والآخر به غاز حجمه  $V_{0l}$  فإذا تم فتح الصمام بين المستودعين ببطء مع ثبوت درجة الحرارة، فإن ضغط الغاز المحبوس .....

(b) يزداد للضعف

(a) يقل للنصف

(d) يزداد لثلاثة أمثال

(c) يقل للثلث

108. بالون على سطح الأرض مملوء بـ  $2\text{ m}^3$  من الهيليوم عند ضغط  $76\text{ cm Hg}$  ودرجة حرارة  $27^\circ\text{C}$ ، إذا ارتفع البالون حتى وصل إلى ارتفاع ما حيث أصبح الضغط  $66.9\text{ cm Hg}$  ودرجة الحرارة  $20.5^\circ\text{C}$ ، فإن حجم البالون يصبح .....

5.22 m³ (d)

3.14 m³ (c)

2.22 m³ (b)

1.12 m³ (a)

الايشتاين في الفيزياء  
أعبد الي رحمن عصام